

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI OUZOU

FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE

DEPARTEMENT D'INFORMATIQUE

## THESE DE DOCTORAT

SPECIALITE : INFORMATIQUE

Présentée par

Mme SINI née SINI Ghenima

Sujet :

**Méthodes et outils pour la gestion des workflow -  
Modélisation ontologique des processus pour  
l'analyse**

Devant le jury d'examen composé de :

- M. Mohamed Tayeb LASKRI, Professeur, UBM, Annaba, Président
- Mme Fatima SI- TAYEB, Maître de conférences, Classe A, ESI, Alger, Examinatrice
- M. Pierre-Jean CHARREL, Professeur, UTM, Toulouse, France, Examineur
- M. Rachid AHMED OUAMER, Maître de conférences, Classe A, UMMTO, Examineur
- M. Redouane KARA, Maître de conférences, Classe A, UMMTO, Examineur
- M. Malik SI- MOHAMMED, Professeur, UMMTO, Rapporteur

Soutenue le : 07/03/2013

*A mes enfants Sarah et Aghilas*

*A mon mari*

*A mes parents*

*A mes frères et leurs petites familles*

*A mes sœurs et leurs petites familles*

*A toute ma belle famille*

## Remerciements

Enfin, cette fameuse page qui me tient tellement à coeur ...

Je tiens à remercier tout particulièrement Monsieur Malik SI-MOHAMMED Professeur à l'UMMTO pour m'avoir acceptée dans son équipe et m'avoir guidée dans le monde de la recherche à travers la direction de ma thèse et tous ses précieux conseils. Je tiens à lui exprimer ma profonde gratitude pour l'intérêt et la disponibilité qu'il a manifestés à l'égard de mes recherches ainsi que pour son soutien et sa patience. Qu'il soit ici assuré de mon très grand respect et du plaisir que j'ai à travailler avec lui.

Je souhaite exprimer toute ma reconnaissance à Monsieur Chihab HANACHI Professeur à l'Université de Toulouse1 et le remercier infiniment de m'avoir accueillie plusieurs fois dans son laboratoire à Toulouse, de m'avoir permis d'utiliser des logiciels comme INTALIO, YAWL qui est un moteur workflow, et d'autres encore ainsi que de m'avoir consacré du temps et m'avoir fait bénéficier de son savoir-faire. Qu'il soit ici assuré de mon très grand respect et du plaisir que j'ai eu à travailler avec lui.

Je tiens aussi à remercier Monsieur Bernard COULETTE, Professeur à l'Université de Toulouse2 le Mirail de m'avoir reçu dans son équipe de la Maison de la Recherche, et pour toutes les discussions qu'ils ont consacré à mon travail et leur disponibilité qui ont rendu mes déplacements à Toulouse enrichissants et agréables.

Par ses conseils avisés, Monsieur Pierre Jean CHARREL, Professeur à l'Université de Toulouse 2, m'a permis de préciser et d'améliorer mon travail. Je tiens à lui témoigner toute ma gratitude.

Je remercie Madame Catherine COMPAROT, maître de Conférences à l'UTM Toulouse 2, avec qui j'ai eu le plaisir de travailler dans le cadre des ontologies.

Ces années de recherche n'auraient pas été aussi riches sans les précieuses discussions que j'ai eues avec tous les membres de notre équipe de recherche Madame Farida BOUARAB-DAHMANI, Mademoiselle Samia AITADDA, Monsieur Samir HAMEG et Monsieur Rabah SOUALAH qui ont largement contribué à l'amélioration de la qualité de cette thèse, je tiens à les remercier.

Je remercie également mes collègues du Département d'Informatique de l'Université de TIZI-OUZOU pour leur soutien moral et en particulier Monsieur Mokrane HAMITI et Monsieur Aomar OULARBI, qui ont accepté de me remplacer dans mes cours et TD durant mes stages à Toulouse, ainsi que pour la compréhension dont ils ont fait preuve en acceptant de prendre en charge les examens de fin d'année.

Je tiens également à remercier Mademoiselle Farida FERHANI, Enseignante d'Anglais au département d'informatique qui a toujours répondu présente quand j'ai eu besoin de son aide en langue. Je tiens à lui exprimer ma gratitude et mon profond respect.

Un grand merci à Katia HAMEG qui a largement participé à la traduction de ma publication en langue anglaise.

Mes remerciements vont également vers mon mari et mes enfants qui ont toujours été là pour partager les soucis, les joies et les moments de détente. Merci d'avoir accepté que je sois moins disponible cette dernière année, aussi importante qu'elle ait été pour eux.

Je tiens à remercier profondément mes parents qui ont toujours été d'un soutien inconditionnel, que ce soit par leur générosité, la richesse de leur éducation. Qu'ils soient ici en partie récompensés pour tout ce qu'ils m'ont donné.

Enfin, je voudrais remercier mes sœurs et mes frères qui m'ont aidée à tenir bon ces dernières années par leur encouragement et qui m'ont montrée que lorsqu'on se fixe un but, il faut s'y tenir quoi que la vie nous réserve.

## **RESUME :**

La spécification d'un processus organisationnel dans un but analytique consiste à recueillir toutes les connaissances relatives à celui-ci, à examiner ces dernières afin de détecter d'éventuelles anomalies, puis à apporter des correctifs à celles-ci pour aboutir, en fin de chaîne, à un processus supposé « normatif », facilitant la mise en œuvre d'un workflow automatisant la chaîne de tâches correspondante.

L'objectif de cette thèse est de proposer une modélisation permettant de réaliser cette spécification y compris dans le cas où le processus considéré est peu formalisé. Nous examinons ainsi la possibilité d'utiliser le concept d'ontologie pour aboutir à la formalisation d'un processus donné, dans le but d'en rendre l'étape d'analyse plus rigoureuse, ou tout au moins plus structurée.

L'examen des méthodologies les plus connues qui intègrent une démarche de spécification de processus, montre en effet que ces dernières ne s'intéressent que peu ou pas à l'étape d'analyse, alors même que celle-ci est fondamentale dans le cadre du développement de Systèmes d'Information (S.I.), auquel nous nous intéressons ici.

Cette thèse s'organise autour de quatre chapitres :

Le premier chapitre est consacré à l'étude des systèmes d'information collaboratifs, les nouvelles technologies de l'information et de la communication et leur impact dans les nouvelles formes de gestion et d'organisation, ainsi qu'à la présentation d'un état de l'art sur les workflow.

Le chapitre II présente une approche par les processus dans les organisations, ce qui nous permet de présenter par la suite notre démarche pour appréhender une réalité organisationnelle.

Pour apporter une solution à la formalisation des processus, le troisième chapitre traite de la modélisation et de la possibilité d'en utiliser les concepts d'ontologie pour représenter une quelconque réalité organisationnelle.

Pour apporter une solution à ce problème, le quatrième chapitre est consacré à la présentation du modèle MASP (Modèle pour l'Analyse et la spécification des processus) que nous avons développé pour évaluer la validité de nos propositions et mis en œuvre dans ces trois exemples, ainsi que la possibilité d'en généraliser les résultats.

Nous concluons cette thèse par un récapitulatif des résultats obtenus ainsi que les perspectives de leur généralisation.

**Mots clés :** Processus, Ontologie, Systèmes d'Information, Workflow, Spécification, BPMN.

**ABSTRACT:**

The organizational process specification for an analytical purpose consists in collecting all knowledge related to it, to examine them in order to detect any possible abnormalities, then correct them to arrive at the end of the chain to a process supposed to be "normative" to facilitate the implementation of a workflow automating corresponding tasks chain.

The aim of this thesis is to propose a modeling that allows the achievement of this specification including the case where the process is less formalized. We thus examine the possibility of using the concept of ontology to achieve the formalization of a given process to make the analysis more rigorous, or at least more structured.

The examination of the most known methodologies that integrates a process specification approach shows that these do little or no interest in the analysis stage, even though it is fundamental in the development of Information Systems (IS), in which we are interested. This thesis is organized into four chapters:

The first chapter is devoted to the study of collaborative information systems, new technologies of information and communication and their impact on the new forms of management and organization, as well as the presentation of a state of art on the workflow. Chapter II presents an organizations approach by processes, which enables us there after to present our approach to apprehend an organizational reality.

To provide a solution to the processes formalization, the third chapter deals with the modeling and the possibility of using the concepts of ontology to represent any organizational reality. To solve this problem, the fourth chapter is devoted to the presentation of MASP model (Model for Analysis and specification process) we have developed to assess the validity of our proposals implemented in these three examples as well as the possibility of generalizing the results.

We conclude this thesis with a summary of the obtained results and the prospects for their generalization.

**Keywords:** Process, Ontology, Information Systems, Workflow, Specification, BPMN.

**Table des matières**

Introduction générale -----	1
Chapitre 1 : Les Systèmes d'information collaboratifs -----	5
Introduction -----	6
1- Systèmes d'information-----	6
1-1- Définition d'un SI-----	7
1-2- Concepts de base d'un SI-----	7
1-3- Rôle d'un SI dans une organisation-----	8
1-4- Le système d'information du point de vue fonctionnel-----	9
2- Système d'information collaboratif-----	11
2-1- Définition-----	11
2-2- Les principes de base d'un SI collaboratif-----	11
3- Groupware et workflow-----	11
3-1- Le groupware-----	12
3-1-1. Définitions-----	13
3-1-2. Typologies des applications du groupware-----	14
3-1-2-1- La famille des applications orientées « mémoire »-----	14
3-1-2-2- La famille des applications orientées « routage »-----	15
3-1-2-3- La famille des applications orientées « échange »-----	16
3-2- Workflow-----	17
3-2-1. Définition-----	18
3-2-2. Les concepts de base-----	19
3-2-3. Caractéristiques -----	20
3-2-4. Normes et standards-----	27
3-2-5. Composants -----	28
3-2-6. Les architectures de workflow-----	30
3-2-7. Les bénéfices des applications de workflow-----	32
3-2-8. Les étapes importantes du workflow-----	36
3-2-9. Les outils -----	38
3-2-10. Les moteurs workflow-----	46
3-2-10-1- Les moteurs en open source-----	46
3-2-10-2- Les moteurs en . Net-----	47
3-2-11. Critères de choix d'un outil -----	49
4- Processus candidats aux workflow-----	50

5- Domaines d’application du workflow-----	50
6- Impacts du workflow-----	51
Conclusion-----	53
Chapitre 2 : L’approche par les processus dans les systèmes d’information-----	54
Introduction-----	55
1. Définitions -----	56
2. Typologie des processus-----	58
3. Identification des processus d’entreprise-----	59
4. Processus candidats au workflow-----	60
5. Modélisation des processus -----	61
5.1. Modèle et Modélisation-----	62
5.2. Objectifs -----	63
5.3. Modélisation d’un processus -----	65
5-3-1- Activité de modélisation d’un processus dans un projet workflow-----	66
5-3-2- Approches de modélisation -----	68
5.4. Caractéristiques d’un outil de modélisation -----	69
6. Modélisation des processus dans les méthodes existantes-----	73
6.1. La méthode MCX-----	73
6.2. La méthode SADT-----	74
6.3. Les Réseaux de Pétri-----	75
6.4. La méthode STRIM-----	77
6.5. La méthode RAD-----	78
6.6. La méthode OSSAD-----	79
6.7. UML-----	80
6.8. ADONIS-----	83
6.9. BPMN-----	84
7. Ingénierie des exigences-----	96
8. Acquisition des connaissances-----	97

Conclusion-----	98
Chapitre 3 : Les ontologies pour la formalisation des processus -----	100
Introduction-----	101
1. Origine et définition -----	103
2. Les éléments d'une ontologie-----	104
3. Les caractéristiques -----	106
4. Types d'ontologies-----	107
5. Etude du cycle de vie d'une ontologie-----	111
6. Construction et utilisation des ontologies-----	111
6.1. Construction-----	111
6.1.1. Détection et spécification des besoins-----	111
6.1.2. Conception -----	111
6.1.3. L'ontologisation-----	111
6.1.4. L'opérationnalisation-----	112
6.1.5. L'évaluation et l'évolution -----	112
6.2. Langages et outils -----	112
6.2.1. Langage-----	112
6.2.2. Les outils-----	114
6.3. Domaines d'application -----	115
6.4. La réutilisation -----	115
6.5. Critères d'évaluation -----	117
6.6. Type d'ontologie pour décrire un processus-----	118
6.7. Construction d'une ontologie-----	119
6.8. Construire une ontologie pour décrire un processus-----	119
6.8.1. Les aspects statiques -----	119
6.8.2. Les aspects dynamiques-----	124
6.9. Un méta- modèle de description de processus -----	125
Conclusion -----	128

Chapitre 4 : La modélisation MASP pour l'analyse et la spécification de processus-----	129
Introduction-----	130
1- Les fondements de MASP-----	132
2- Les objectifs d'un processus-----	132
3- Les objectifs d'un workflow-----	132
4- Les objectifs d'un SI-----	133
5- Les concepts d'un processus portant des anomalies-----	134
6- Ontologies pour l'analyse des processus -----	138
7- Démarche de mise en œuvre de MASP-----	140
8- Evaluation de MASP-----	142
Conclusion-----	155
Conclusion générale et perspectives -----	156
Références bibliographiques-----	160
Annexe A-----	167
Annexe B-----	170

Figure I.1. Classification des outils de groupware-----	14
Figure I.2. : Les typologies des applications de workflow-----	23
Figure I.3. : Typologies d'applications workflow classés selon les différentes technologies-	25
Figure I.4. : Modèle de référence de la WFMC -----	28
Figure I.5. : Configuration d'un produit workflow-----	32
Figure II. 1 Démarche générale de modélisation de processus-----	67
Figure II. 2: Réseaux de pétri-----	76
Figure II.3 : Symbole d'annotation dans BPMN-----	88
Figure II.4 : la représentation graphique selon BPMN des concepts décrivant un processus-----	92
Figure II.5 : symboles des différents évènements dans BPMN-----	93
Figure II.6 : signification des différents symboles représentant les évènements dans BPMN---	95
Figure II. 7 : symbole d'une tâche en boucle dans BPMN-----	95
Figure II.8 : symbole du déroulement de tâches en parallèle-----	95
Figure III.1 : Modélisation ontologique d'un processus organisationnel-----	122
Figure III.2 : Tableau des vues et des concepts correspondant-----	123
Figure III.3 : ontologie pour la spécification dynamique un processus métier-----	125
Figure III.4 : un méta-modèle pour décrire un processus -----	126
Figure IV.1 : Tableau récapitulatif de l'analyse d'un processus -----	137
Figure IV.2 : Analyse d'un processus par projection-----	139
Figure IV.3 : La démarche de mise en œuvre de MASP-----	141
Figure IV.4 : Structure du modèle relationnel-----	145
Figure IV.5 : Modélisation du processus de raccordement d'un nouveau client avec BPMN en utilisant l'outil INTALIO-----	153
Figure IV.6 : Modélisation graphique d'un processus selon l'éditeur yawl-----	154

## ***INTRODUCTION GENERALE***

## Introduction générale

---

D'une manière générale, nous désignons par système d'information d'une organisation, l'ensemble des moyens, humains, du matériel utile et des méthodes nécessaires au traitement des informations rencontrées dans les organisations. Ce traitement pourra concerner une opération ou un ensemble d'opérations du type enregistrement et stockage d'une information sur un support, classement momentané ou définitif (archivage) d'une information, consultation (consultation de fichiers, de base de données, recherche documentaire, ...), etc.

Pour les ressources des nouvelles formes d'organisation, le workflow est l'automatisation d'un processus d'entreprise, dans son entier ou partiellement, durant lequel des documents, des informations ou des tâches passent d'un participant (humain ou machine) à un autre dans le cadre d'action en concordance avec un ensemble de règles procédurales. Ce passage d'informations, de documents ou de tâches d'un participant à l'autre constitue le cœur du système d'information et nécessite donc une gestion des plus rigoureuses.

La workflow management coalition [WFMC 1995] définit un système de gestion de workflow comme un outil capable d'implémenter et de gérer l'exécution d'un ou plusieurs workflow à l'aide d'un environnement logiciel capable d'interpréter la définition d'un processus, de gérer la coordination des participants et d'appeler des applications externes.

Le workflow ne gère pas tant des personnes que des rôles, c'est à dire des fonctions (rédacteur, manager, assistante, ...) investies d'une mission dans l'accomplissement d'un processus.

Selon la norme ISO 9000, « un processus est un système d'activités qui utilise des ressources pour transformer des éléments d'entrée en éléments de sortie ». De manière plus précise, nous pouvons considérer qu'un processus organisationnel est « *une succession de tâches planifiées, exécutées par des acteurs, à l'aide de ressources matérielles et informationnelles, en vue d'obtenir un résultat entrant dans la réalisation d'un objectif donné* ».

La notion de processus est de plus en plus étroitement associée à l'activité économique des entreprises, ce qui explique l'apparition relativement récente de la notion de processus métier. Un processus métier est un processus en rapport avec le cœur de métier et de savoir-faire de l'entreprise (business core). Ce type de processus est à la base des systèmes collaboratifs de l'entreprise [Yves 2006]. La généralisation des Technologies de l'Information dans le monde économique, et la forte dépendance qui lie l'activité économique à l'utilisation d'outils et de

## Introduction générale

---

techniques informatiques s'est alors directement répercutée sur le cœur de métier de la plupart des entreprises, l'information représentant partout une ressource stratégique. C'est ainsi que l'automatisation croissante a favorisé l'apparition des *workflows* d'entreprise. De fait, c'est bien la décomposition de l'activité en processus qui constitue à notre sens la véritable originalité, la démarche d'automatisation quant à elle ne dérogeant que peu aux classiques en matière de développement de Systèmes d'Information Automatisés.

C'est ainsi qu'à l'image d'un Système d'Information automatisé, le cycle de vie d'un *workflow* comporte généralement un certain nombre d'étapes, structurées autour de son analyse, sa spécification, sa vérification, sa configuration, puis son déploiement, son contrôle et son adaptation [Levan 2000]. Il se trouve que les travaux les plus fréquemment rencontrés dans la littérature et traitant de la mise en œuvre de *workflow*, couvrent tous plus ou moins partiellement ces étapes, mais ont en commun de faire généralement l'impasse sur l'étape d'analyse des processus existants, qui, comme son nom l'indique, est tributaire d'une activité de recueil de la connaissance descriptive correspondante.

Les nombreux outils logiciels disponibles, dans ce domaine, confirment ce constat en n'offrant aucun support à l'analyse. De la même manière, la plupart des méthodes de conception de Système d'Information Automatisé, bien que posant correctement cette problématique de l'analyse, restent globalement insuffisantes en ce qui concerne cette problématique de l'analyse des processus existants. Ceci, en dehors de propositions de notations graphiques permettant généralement de mettre en évidence les différentes activités, les acteurs correspondant et les ressources nécessaires au déroulement des processus existants.

La principale contrainte liée à cette étape est liée au caractère généralement informel à la fois de la connaissance mise en œuvre dans de nombreux processus, et au même caractère informel de l'expertise mise en œuvre par l'humain chargé du recueil de la connaissance métier en vue de sa structuration, nécessairement préalable à son automatisation. C'est à ce type de contrainte que nous nous proposons de nous intéresser dans la présente thèse, à travers le développement d'une modélisation, que nous avons appelée *MASP (Modèle d'analyse et de spécification de processus)*, fondée sur l'analyse et l'exploitation des connaissances recueillies à travers des interviews, en vue d'obtenir un processus formalisé, susceptible d'être exécuté à travers un *workflow*.

## Introduction générale

---

Ces connaissances recueillies servent à définir un processus. Définir un processus revient d'abord à faire sa représentation graphique par des consultants, des experts métiers. Mais avant de modéliser graphiquement un processus, il faut acquérir tous les constituants de ce processus (données, traitements, rôles (acteurs) [Collongues & al 1986], Une fois l'acquisition de toutes les connaissances est faite, l'expert métier pourra les analyser, détecter les erreurs et apporter des solutions aux anomalies détectées. Une fois que les connaissances descriptives sont exhaustives et pertinentes, une modélisation graphique est souvent nécessaire pour ainsi la traduire en objets informatiques pouvant être exécutés par un moteur workflow.

Pour appréhender une réalité organisationnelle, notre démarche consiste à décrire celle-ci sous un méta- modèle. La description d'une réalité particulière, consiste alors à instancier le méta-modèle.

Cette thèse s'organise autour de quatre chapitres :

Le premier chapitre est consacré aux systèmes d'information, aux systèmes d'information collaboratifs et outils dédiés aux nouvelles formes de gestion et d'organisation du travail comme le groupware et les workflow.

Le deuxième chapitre nous permet d'examiner l'approche par les processus dans le développement des systèmes d'information.

Dans le troisième chapitre, nous nous intéressons à la notion d'ontologie, comment nous les faisons intervenir sur la formalisation des processus. Cette formalisation rend tout processus descriptible par l'instanciation du méta- modèle.

En fin, le quatrième chapitre est consacré à la démarche de mise en œuvre de la modélisation MASP (Modèle pour l'Analyse et spécification des processus) que nous proposons afin d'aboutir à une modélisation unifiée de toute réalité organisationnelle.

Nous présentons pour finir une étude de cas pour illustrer la perspective d'une utilisation à plus grande échelle.

Chapitre

I

Systèmes d'information collaboratifs

L'informatique est un domaine en constante et profonde mutation. Mais pour beaucoup ceci veut dire que le matériel a considérablement changé en taille, poids, puissance, coût, sous la poussée des circuits. Ce changement a conduit les environnements économiques et technologiques à évoluer en réalité. Ainsi les entreprises sont obligées à opérer des transformations majeures aux plans humains, organisationnels et technologique pour survivre. Ce qui a engendré l'évolution des systèmes d'information qui ont mis en évidence trois paramètres qui sont : - la coordination, - la collaboration et - la coopération ce qui a donné naissance aux systèmes d'information collaboratifs. Ces derniers sont automatisés grâce aux nouvelles technologies qui sont les groupwares et en particulier les workflow. De là est née une nouvelle approche des systèmes d'information qui est l'approche par les processus.

En effet l'utilisation des workflow dans les entreprises permet l'automatisation des différents processus de l'entreprise. Ceci conduit le concept de processus à occuper aujourd'hui une place majeure dans le domaine des systèmes d'information. Cependant, alors qu'il y a un quasi-consensus sur l'analyse et la représentation des informations, on observe une diversité dans l'utilisation de la notion de processus [Morley& al 2006].

La WFMC (document WFMC-TC-1011) définit un processus d'entreprise comme un ensemble de plusieurs activités reliées les unes aux autres pour réaliser un objectif, généralement dans un contexte organisationnel qui définit des rôles et des relations.

Dans ce chapitre, nous allons nous intéresser aux systèmes d'information, leur évolution vers les systèmes d'information collaboratifs. Ces derniers sont obtenus grâce aux technologies qui sont le groupware et ses différents types d'applications que nous allons étudier en nous accentuant sur le workflow qui est une technologie du groupware.

### **1. Système d'Information :**

Il existe plusieurs définitions de système d'information, de même que son appellation. Certains parlent de « système d'information pour le management », d'autres de « système d'information organisationnel », d'autres encore de « système de traitement de l'information ». Ces définitions ont évolué en fonction de la diffusion croissante de l'informatique. [Morley& al 2006]

### 1.1. Définition d'un Système d'Information :

D'une manière générale, un système d'information d'une organisation est l'ensemble des moyens humains, matériels et des méthodes se rapportant au traitement des différentes formes d'informations rencontrées dans les organisations. [Briand & al. 1986]:

### 1.2. Les concepts de base d'un système d'information :

La définition précédente d'un Système d'information nous permet de mettre en évidence ses concepts de base qui sont : les moyens humains, les moyens matériels, les méthodes, et les formes d'information.

- **Moyens humains** : Il s'agit des différentes personnes qui manipulent, émettent ou transmettent de l'information utile au système organisationnel.
- **Moyens matériels** :

On trouve principalement :

- des machines plus ou moins sophistiquées : machine à écrire, à calculer, à dessiner, des photocopieurs, des facturières, des machines comptables, des ordinateurs, ...
- des supports de l'information : papier, fiches cartonnées, microfiches, supports magnétiques et électroniques,...
- des utilitaires divers : armoires de rangement, classeurs, bureaux, pneumatiques, interphones, téléphone, télex, ...
- **Méthodes** : On peut trouver :
  - des algorithmes ou des programmes sous forme de fiches ou de logiciels d'ordinateurs ;
  - des modèles mathématiques : statistiques, probabilités, analyse de données, graphes ...
  - des modèles comptables (comptabilité générale ou analytique) ;
  - des modèles économiques ;
  - des simulations diverses ;

- Ect.
- **Les différentes formes d'informations** : l'information manipulée dans un système d'information se répartit en deux catégories : l'information naturelle et l'information structurée.
  - l'information naturelle est celle qui est telle qu'elle est produite ou appréhendée par l'homme avec ses moyens d'expression naturels (texte, l'information picturale, orale, tactile, ...).
  - l'information structurée (donnée) qui permet de représenter de manière plus rigoureuse les informations naturelles qui sont souvent difficilement appréhendables et manipulables.
- **Traitement** [Briand & al. 1986] : D'une manière générale, le traitement d'une information particulière pourra concerner une opération ou un ensemble d'opérations du type suivant :
  - son enregistrement et son stockage sur un support ;
  - son classement momentané ou définitif (archivage) ;
  - sa consultation (consultation de fichiers, de base de données, recherche documentaire, ...)
  - la modification de sa forme (présentation) ;
  - la modification de son contenu (agrégation) ;
  - sa transmission à distance (télétransmission) ;
  - sa diffusion à un individu ou à un ensemble d'individus.

### **1.3. Rôle du système d'information dans une organisation:** [Briand & al. 1986]

On peut attribuer quatre rôles principaux à un système d'information d'une organisation :

- produire des informations réclamées par l'environnement ;
- déclencher les décisions programmées ;

- aider à la prise de décisions non programmées en fournissant aux décideurs de l'organisation un ensemble d'informations brutes ou modélisées (statistiques, tableaux de bord, modèles, simulations, ...);
- assurer la coordination des tâches en permettant les communications entre les individus du système organisationnel.

### **1.4. Le Système d'information du point de vue fonctionnel:**

Dans les approches récentes, on définit un système de travail comme étant « l'ensemble (processus, acteurs, ressources) dont la finalité est de produire un résultat visé. Dans certains cas les activités des processus sont uniquement du traitement de l'information : saisie, stockage, transmission, recherche, manipulation, restitution. Le système de travail est alors appelé *Système d'Information* » [Morley& al 2006].

Un système d'information est donc un ensemble de processus, acteurs et ressources, que l'on observe ou définit sous l'angle des informations produites et manipulées. Il peut alimenter en informations d'autres systèmes de travail. Par exemples, un système de guidage installé dans un véhicule est un système d'information (comprenant un processus de mise à jour et un processus de diffusion des informations) qui fournit des informations au système de travail composé de véhicule, du conducteur et du processus de conduite du véhicule. Dans d'autres cas notamment les activités tertiaires, certains systèmes de travail de l'entreprise sont complètement assimilables à des systèmes d'information, c'est-à-dire que toutes les activités des processus correspondants impliquent un traitement de l'information.

Un système d'information ayant un sous ensemble de ses traitements programmés, partiellement ou intégralement, sur ordinateur est appelé système d'information automatisé.

#### **Remarque :**

- Lorsqu'un traitement est exécuté, en partie par l'homme et en partie par l'ordinateur, on parle de traitement interactif
- Nous distinguons traitement interactif et traitement transactionnel par le fait que le résultat final d'un traitement interactif est élaboré par l'homme (assisté par ordinateur) alors que le résultat d'un traitement transactionnel est produit par l'ordinateur sollicité par l'homme.

- Nous pouvons remarquer qu'un traitement interactif est constitué d'une suite de transactions.

Avant de définir un système d'information collaboratif, il est impératif de définir les concepts suivants : la communication, la coordination, la collaboration et la coopération.

- **Communication** : c'est l'échange d'information entre les participants au Système d'Information. Elle forme le cœur de tout système collaboratif. Elle consiste en l'échange d'information entre les éléments du groupe ou entre les groupes.

**Collaboration** : Echange d'idée et le partage de connaissances entre les participants au Système d'information. Les bases de données partagées où chacun va y chercher l'information dont il a besoin au moment désiré. La messagerie intégrée à ces bases de données s'en charge d'informer les utilisateurs de tout changement ou modification faite sur les informations dans ces bases de données partagées.

- **Coordination** : synchronisation, agencement entre les participants dans le Système d'information.
- **Coopération** : C'est la collaboration par répartition des tâches et la coordination d'action.

Tout travail ayant plus d'un acteur est donc à un degré ou à un autre coopératif / collaboratif. Les systèmes informatiques (de travail) ayant pour charge de soutenir explicitement la collaboration entre les utilisateurs sont des systèmes collaboratifs.

Dans les systèmes d'information, nous pouvons trouver des traitements exécutés par plusieurs acteurs pour aboutir à un résultat en s'appuyant sur la communication, la coordination et la collaboration ou la coopération. Nous pouvons alors parler de système d'information collaboratif.

## **2. Système d'information collaboratif :**

### **2.1. Définition :**

Un Système d'information Collaboratif est un système d'information dont le nombre d'acteurs est supérieurs ou égal à deux.

### **2.2. Les principes de base d'un système d'information collaboratif :**

Un système d'information collaboratif se base sur les principes qui sont :

- Les machines reliées en réseau accompagnées d'un logiciel ;
- Un ensemble d'humains en organisation accompagné de procédures à suivre ;
- Un ensemble d'humains en collectifs accompagné de règles.

Comme un SI est un sous système dans une organisation, et que la collaboration nécessite la communication et la coordination donc il est intéressant d'introduire la communication et la coordination dans les organisations. Cette collaboration à inciter ces dernières à repenser l'entreprise et à introduire l'approche par les processus dans leurs systèmes d'information.

Le travail collaboratif permet le développement des compétences collaboratives grâce à une formation, à des moyens techniques adaptés, mais également grâce à une organisation transversale par les processus accompagnée d'une structure managériale ouverte et basée sur des équipes projet. Chaque processus est formé d'une ou plusieurs tâches exécutée par un ou plusieurs acteurs pouvant être des humains ou des machines ou des logiciels qui peuvent être sur un même lieu ou sur des lieux différents. L'intervention de l'ordinateur pour l'exécution d'une partie ou de la totalité d'un processus est appelé « workflow » qui est une application particulière du groupware.

## **3. Groupware et wokflow :**

Le groupware est une technologie permettant de réaliser le rapprochement électronique des individus pour la réalisation des objectifs communs en prenant en compte l'organisation avec le respect des tâches individuelles et l'émulation par les tâches collectives.

Le groupware englobe un nombre impressionnant de technologies dont le workflow a pour vocation d'aider le travail coopératif dans ce qu'il a de plus complexe.

### 3.1. Le groupware :

Il ne suffit pas de gérer indépendamment ces trois aspects du travail en groupe que sont la communication, la collaboration et la coordination. Il faut pour en tirer toute leur puissance les mettre en synergie. Une fois encore, ce qui s'en dégagera sera plus performant que la simple addition de ces trois éléments. La puissance du groupware mis en place va dépendre de sa capacité à gérer la dynamique entre ces trois C.

L'utilisation par les entreprises des nouvelles technologies de l'information est la réponse à un management adapté aux perpétuels changements auxquels est soumise l'entreprise.

Le groupware fait partie de ces nouvelles technologies de l'information, tout comme internet. Bien que sa première définition précise remonte à ...1978. Peter et Trudy Johnson-Lenz<sup>4</sup> le définissaient ainsi:

*"Groupware is intentional group processes and procedures to achieve specific purpose plus software tools designed to support and facilitate the group's work".*

Cette définition originale montre les deux dimensions que devrait couvrir tout groupware:

#### □ **Dimension humaine et organisationnelle.**

Cela implique qu'implémenter un système groupware ne consiste pas simplement à installer un logiciel, mais impose un management du projet groupware, pouvant même conduire à une réorganisation totale des processus touchés par le groupware.

Un projet groupware est susceptible de concerner l'ensemble de l'entreprise ce qui implique donc qu'implanter un groupware peut correspondre à faire un Business Process Reengineering (BPR).

#### □ **Dimension technologique.**

Afin d'aider à conduire ces processus de groupe, le groupware demande l'utilisation de logiciels adaptés et la prise en compte des conditions des environnements des groupes de travail : avec quels outils informatiques travaillent-ils déjà et comment.

Le groupware est difficilement définissable. Cela est dû au fait que le groupware descend de plusieurs ancêtres : messagerie, forum électronique, et qu'il se situe donc à la croisée de ces différentes technologies: sa définition pouvant alors présenter des aspects différents selon le

point de vue que l'on adopte. Mais toutes sont d'accord que c'est pour aider un travail coopératif<sup>1</sup>.

### 3.1.1. Définitions :

Le groupware est une technologie conçue pour faciliter le travail des groupes. Cette technologie peut être employée pour communiquer, coopérer, coordonner, pour résoudre des problèmes, pour concurrencer ou négocier. Plusieurs définitions en découlent comme suit :

➤ **Définition 1** [Levan 2000] :

«Le groupware est l'ensemble des technologies et méthodes de travail associées qui par de la communication électronique, permettent le partage de l'information sur un support numérique à un groupe engagé dans un travail coopératif<sup>1</sup>.

➤ **Définition 2** [Blau 2001] :

Le groupware peut être compris comme un ensemble de méthodes et de techniques de travail en équipe, ces méthodes et techniques étant « Instrumentées » par des outils logiciels conçus pour améliorer le mécanisme de communication, de coopération et de coordination spécifiques aux processus de travail.

On peut dire aussi que le groupware est l'ensemble des technologies et méthodes de travail associées qui par l'intermédiaire de la communication, permettent le partage de l'information sur un support numérique à un groupe engagé dans un travail coopératif. Les outils logiciels sont basés sur une architecture réseau puisque le but est d'interconnecter plusieurs personnes entre elles. Le groupware couvre les fonctions des trois C : communication, coopération et coordination.

Le groupware permet ainsi à des personnes proches ou géographiquement éloignées de travailler en commun sur des documents, d'organiser conjointement leurs agendas, d'automatiser le routage des formulaires, de partager le contenu thématique des dossiers publics, d'envoyer du courrier électronique, d'échanger des idées dans des forums de discussion.

---

<sup>1</sup>Coopératif : se fait par un travail commun, échange d'idées et le partage des connaissances.

L'utilisation par les entreprises des nouvelles technologies de l'information est la réponse à un management adapté aux perpétuels changements auxquels est soumise l'entreprise.

### 3.1.2. Typologie des applications groupware:

La classification des applications de groupware est représentée sur une matrice dont:

- L'axe des ordonnées permet de classer les applications qui apportent des services d'information et de communication dans un environnement plus ou moins structuré.
- L'axe des abscisses permet de classer les applications qui reposent sur des interactions plus ou moins fortes entre les individus.

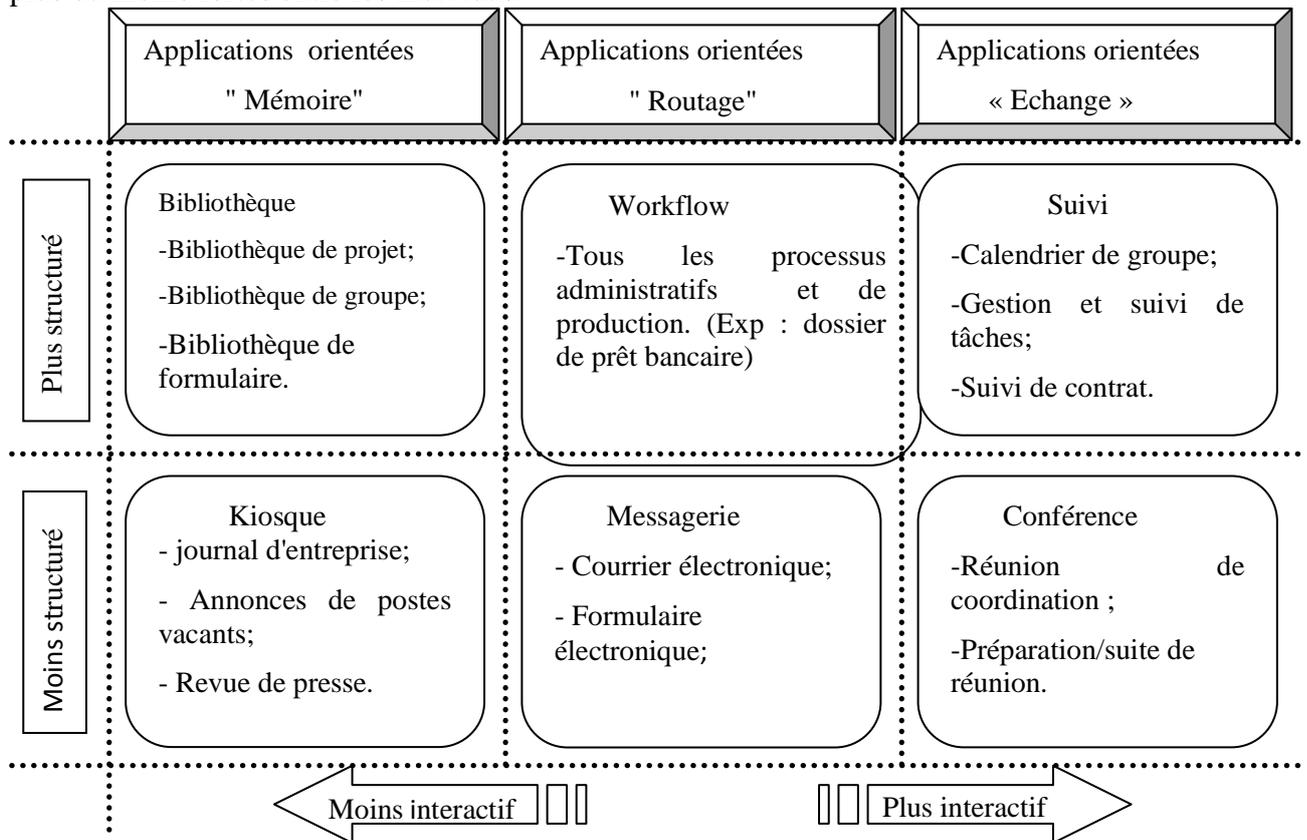


Figure I.1. Classification des outils de groupware. [Frey 1999]

#### 3.1.2.1 La famille des applications orientées "Mémoire" :

La classe des applications orientées "mémoire" apporte un moyen aux individus et aux groupes d'individus pour canaliser leurs informations et leurs connaissances.

Les modalités de gestion collective des informations dans des groupes où chaque individu travaille, ou peut être amené à travailler, à des moments et dans des lieux différents constituent ce qu'on appelle " la mémoire organisationnelle". Cette dernière apparaît alors comme une base de communication, de coopération, et de coordination.

Cette famille d'application du groupware est indispensable lorsqu'il s'agit d'organiser le travail au sein d'une équipe dont les membres opèrent de façon dispersée, tant sur le plan géographique que temporel. Les interactions ne peuvent donc plus reposer uniquement sur des contacts directs avec les moyens traditionnels qui exigent même moment et même endroit. Seule la technologie permet les échanges nécessaires à l'existence du groupe. Pour cela la constitution de la mémoire est nécessaire pour permettre la communication et la coordination des acteurs et des actions au sein de l'équipe.

Cette application du groupware se décompose en deux sous classes qui sont : "Bibliothèque" et "Kiosque".

➤ **Les applications de bibliothèques:**

Cette classe repose sur les technologies utilisées par les systèmes de gestion documentaires. Les bases de documents partagées permettent de suivre la transformation historique de chaque document depuis sa création jusqu'à sa dernière version.

Les bibliothèques facilitent l'acquisition, la conservation organisée et la restitution de la mémoire sémantique du groupe.

➤ **Les applications de kiosques:**

Les kiosques constituent des sortes de présentoirs (vitrines) de journaux électroniques dont lesquels les membres du groupe savent retrouver des événements particuliers concernant l'univers d'activité du groupe. La différence avec l'application de bibliothèque réside dans la nature des informations qui transitent dans le kiosque : communiqués de presse, lettres d'informations, articles...etc. On dit qu'elles s'attachent à la mémoire volatile du groupe.

### **3.1.2.2 La famille d'applications orientées "Routage" :**

Cette famille d'applications va permettre à chaque participant et au groupe de développer des modes particulièrement efficaces de communication et de coordination. La transmission des

informations s'effectue ici sur un mode asynchrone, elle n'exige pas qu'il y ait unité de temps pour que la communication s'établisse.

Nous distinguons deux sous-classes d'applications de routage :

➤ **Les applications de messagerie :**

La messagerie est une technologie ancienne née au moment où l'on a su relier deux ordinateurs entre eux. Si depuis les interfaces et les techniques de messagerie ont beaucoup changé, le principe de fonctionnement est lui resté le même.

Une application de messagerie reçoit et stocke des messages, les transporte et les délivre à leurs destinataires lorsqu'ils sont prêts à les recevoir. Ce service de conservation transmission d'information a révolutionné la communication, car son principal avantage réside dans son mode de connexion asynchrone [Frey 1999]. Grâce à cela, la messagerie peut se jouer des heures de bureau et des fuseaux horaires. La messagerie est " l'application mère " du groupware.

➤ **Les applications de Workflow :**

Les applications de workflow permettent à un groupe d'automatiser des processus de travail structurés et prédéterminés. [Blau 2001]

Le domaine réservé des applications dites de workflow recouvre tous les processus de travail prédéfinis nécessitant la coordination des personnes impliquées afin de réaliser un ensemble de tâches bien précises, dans un ordre tout aussi précis et dans des délais impartis (distribués). Le Workflow étant le domaine du Groupware qui nous intéresse; la deuxième partie de ce chapitre lui sera consacrée.

### **3.1.2.3 La famille d'applications orientées "Echange" :**

Toutes les applications groupware dont le but principal est de supporter de façon totalement asynchrone, les interactions entre plusieurs acteurs impliqués dans des actions communes, et quel que soit le lieu ou le moment de ces interactions.

La classe générique des applications orientées échange est celle qui justifie le plus la raison d'être des applications groupware [Levan 1999]. En effet, les processus de travail en groupe sont dominés par des échanges intenses entre les personnes. Dans les environnements de travail complexes, où la division du travail fait largement appel aux mécanismes de coordination, les besoins de communication et d'échanges sont fondamentaux. Ces échanges

entre membres d'une équipe sont plus ou moins structurés selon que les besoins de coordination ou de coopération exigent.

Il y a deux sous classes d'applications d'échange :

➤ **Les applications de suivi :**

Les applications groupware de cette catégorie ont pour but d'assurer aux membres d'une équipe une communication et un suivi permanent relatifs aux activités quotidiennes. Ces mécanismes de coordination font appel à quatre processus principaux :

- Détermination des objectifs dans le cadre d'une mission donnée;
- Décomposition des objectifs en tâches et étapes;
- Désignation des personnes et affectation des tâches aux personnes;
- Gestion des interdépendances entre activités et personnes.

Les applications de suivi ont pour but de faciliter ces types d'échanges essentiellement concentrés sur la tâche à accomplir au sein de l'équipe. Elles servent à synchroniser les activités, rendez-vous, contacts, réunion, travaux coopératifs...etc.

➤ **Les applications de conférence :**

Il s'agit des applications qui favorisent le plus la coopération entre les membres d'un groupe ou d'une équipe. Les conférences se caractérisent par leurs capacités à organiser des interactions entre plusieurs personnes à la fois selon des critères de temps et de lieu.

Il y a plusieurs raisons pour lesquelles les membres d'un groupe peuvent être amenés à se réunir. Parmi ces raisons on peut citer le partage d'informations, la prise de décision,...etc.

Les applications de conférences électroniques ont donc créé un changement radical dans la manière dont se fait la communication quotidienne. La façon dont on conduit une réunion change ainsi que la façon dont on travaille dans cette réunion de groupe. [Levan 2000].

### **3.2. Workflow :**

Dans les technologies de groupware, les logiciels de workflow font partie des environnements les plus puissants pour automatiser les processus de travail. En effet, dans le travail collaboratif en général, l'échange d'informations se fait à l'initiative de chaque participant.

Mais il arrive parfois que des personnes engagées dans la réalisation d'un objectif commun exécutent chacune des tâches se trouvant dans un processus plus ou moins prédéfini. Il y a

alors une circulation de documents entre ces personnes, obéissant à des règles particulières. On parle alors de workflow pour exprimer ce cheminement.

Le workflow est utilisé dans le contexte des nouvelles technologies de l'information et de la communication pour l'automatisation des processus et des procédures.

### 3.2.1. Définition :

"Un Workflow est tout ensemble de tâches accomplies en ordre séquentiel et/ou parallèle par au moins deux personnes, membres d'un groupe, afin d'atteindre un résultat donné". [Saadoun 2002].

« Tout ensemble de tâches » : le workflow s'applique à un large spectre d'activités dans l'entreprise. Chaque activité est comprise comme un ensemble de tâches élémentaires<sup>2</sup> ;

« En ordre séquentiel ou en parallèle » : les étapes de travail peuvent être accomplies de manière séquentielle ou simultanément, par différentes personnes. ;

« Au moins deux personnes »: ce qui signifie qu'un ensemble d'activités qu'un individu réalise tout seul ne constitue pas un workflow. Ce dernier est le flux d'objets de gestion circulant entre plusieurs personnes;

« Un résultat donné »: les personnes impliquées dans un workflow travaillent pour atteindre un objectif commun; connu de tous.

Le workflow est une technologie qui permet de gérer les processus des organisations. Globalement, nous pouvons dire que le workflow est « l'ensemble des moyens mis en œuvre pour automatiser et gérer entièrement les processus d'une organisation. Cette gestion repose sur la possibilité de représenter d'une façon informatisable, tout ou une partie des processus en question. A partir des représentations ainsi définies, le workflow a tout d'abord pour but de transcrire les modèles obtenus en une forme exécutable. Ces modèles sont ensuite exécutés et gérés. Il doit de plus être possible de suivre leur évolution au fil du temps. La gestion des processus inclut aussi la coordination et la synchronisation des différents acteurs des processus ».

---

<sup>2</sup> Non décomposables.

D'autres définitions peuvent être citées telles que : Marshak (1998) : « Le workflow désigne tout simplement l'automatisation des processus que nous utilisons chaque jour pour faire notre métier. Une application de workflow automatise la séquence des actions, activités ou tâches que nécessite un processus de travail. Elle suit aussi l'état de chacune des instances ou processus et gère le processus lui-même. » [Khoshafion & Buckewez 1998]

Le workflow défini par la WFMC<sup>3</sup> est " l'automatisation partielle ou complète d'un processus métier au cours duquel des documents, des informations ou des tâches sont transmises pour action d'un participant à un autre, en suivant des règles procédurales établies ".

Le workflow est l'outil qui permet de maîtriser ces flux, en formalisant ces processus, en les exécutant, en les traçant tout au long de leur vie, et en les faisant évoluer pour conserver la capacité d'adaptation aux changements.

Le workflow s'intéresse davantage à l'agencement des flux et processus documentaires qu'à leur contenu, ce qui fait de lui un outil de pilotage opérationnel (suivre le déroulement des opérations).

### **3.2.2. Concepts de base : [Levan 2000]**

Les concepts de base de workflow sont expliqués par la métaphore des "3R" (Routes, Rules, Rôles) de Ronni Marshak.

#### **■ Le routage :**

Le routage des documents, des informations, ou des tâches a été la première grande fonction du workflow. Ce routage désigne les itinéraires d'un workflow, c'est-à-dire les chemins que prennent les différents résultats d'une activité à l'autre, d'un rôle à l'autre et donc, d'un participant à l'autre. Ces chemins peuvent être totalement ou partiellement spécifiés à l'avance. Ou alors aucun chemin n'est prédéfini, l'ordonnancement des activités n'est défini qu'au moment de l'action. L'optimisation d'un workflow est réalisée lorsqu'on spécifie l'ordonnancement des interdépendances fondamentales mais qu'on laisse quand même une petite marge de manœuvre à l'acteur afin de rester flexible.

---

<sup>3</sup> Workflow management coalition.

■ **Les règles**

La gestion des règles de coordination des activités est complémentaire au routage car l'itinéraire d'un processus dépend des règles qui définissent à la fois la nature des informations et leurs modalités de transport d'une personne à l'autre. Ces règles peuvent être simples, compliquées ou complexes, mais ce qui est sûr c'est qu'elles sont indispensables au workflow.

■ **Les rôles :**

Enfin, il faut gérer les différents rôles, le troisième "R" de la métaphore. Il s'agit de gérer les différentes personnes qui accomplissent les tâches et qui communiquent entre elles. Ici, il est important de noter qu'en fait, on ne gère pas des personnes en tant qu'individus mais en tant que rôles, c'est-à-dire des fonctions. Ces rôles ne sont pas nécessairement des personnes, car les tâches ne sont pas nécessairement réalisées par des personnes. Router un courrier électronique, faire des calculs complexes sont des exemples de tâches qui peuvent facilement être automatisées par des programmes.

**3.2.3. Les caractéristiques du workflow :**

Le workflow est caractérisé par :

➤ **La responsabilisation accrue des acteurs :**

Le workflow permet de répondre à l'un des dangers menaçant toute organisation bureaucratique face à un échec ou un dysfonctionnement, la non formalisation des tâches et des rôles permettant à chaque individu de se sentir légitimement en droit de rendre l'organisation responsable. Le workflow oblige un travail de formalisation des rôles et des ressources, favorisant ainsi l'exercice de la responsabilité de chaque acteur.

On peut dire alors qu'au-delà de l'automatisation de processus, le workflow est un moyen de responsabilisation des acteurs :

➤ **La typologie d'applications de workflow :**

Il existe plusieurs types d'applications de workflow. Ces différents types dépendent des objectifs et des besoins des organisations. D'ailleurs, beaucoup de grandes entreprises utilisent plusieurs produits de workflow pour des types de workflow différents. Il en existe aussi ceux qui utilisent un produit de workflow de plusieurs manières différentes. Il faut toujours se poser des questions telles que : Est-ce qu'il s'agit d'un processus spécifique à un

métier d'une entreprise ou d'un processus générique ? Est-ce que les gens qui travailleront avec l'application sont des collaborateurs peu qualifiés ou est-ce que ce sont des "Experts métiers" ?

Est-ce que les procédures de travail sont très strictes et bien déterminées et les documents imposés ou est-ce que les interactions et les décisions des collaborateurs entraîneront le chemin du circuit ? Fondamentalement, il faut, pour déterminer le type de workflow, se poser la question si l'application de workflow veut automatiser des procédures de production dont il est possible de définir les règles à l'avance ou est-ce que l'application de workflow cherche à automatiser les procédures d'exception dont il n'est pas toujours possible de définir toutes les règles à l'avance.

Pour aider les gens à trouver le bon produit de workflow et à comprendre le marché, plusieurs segmentations ont été proposées. Nous allons présenter celle qui semble être la plus utile.

✓ **Le Workflow papier :**

Le workflow papier correspond à la circulation des documents au sein de l'entreprise. Ces documents ont comme support le papier et leur transmission, d'une personne à l'autre, se fait de main à main. Cette manière de procéder est la manière traditionnelle, elle est simple mais dépassée (perte de temps, non satisfaction du client, ... etc.).

*"Le temps est de l'argent"* telle est la devise du monde des affaires aujourd'hui, par conséquent être informer en temps et en heure, pour pouvoir réagir et faire des bénéfices sans oublier la satisfaction du client; même si l'entreprise s'étend à travers les quatre coins du monde, est un moyen qui peut s'avérer efficace pour évoluer et préserver sa place quelque soit le domaine dans lequel on exerce et de là, le workflow est venu pour satisfaire cet objectif.

✓ **Le Workflow de production :**

Il s'applique à des processus opérationnels, répétitifs et critiques pour la performance globale de l'entreprise, des processus apportant une valeur ajoutée élevée. Son but est d'optimiser le processus pour arriver à un haut niveau de qualité et de rigueur pour des tâches assez répétitives. Des exemples sont le traitement de dossiers d'assurés dans des compagnies d'assurance ou dans des administrations, des demandes de prêts dans une banque, etc.

Souvent, ces processus sont accomplis par des acteurs opérationnels de base. Leurs routes sont clairement prédéfinies avec des règles bien implantées, donc très formalisées où chaque instance de processus se passe plus ou moins de la même manière. Ce type de workflow est caractérisé par un cadre procédural très formel où chaque acteur sait que faire à chaque moment, où les interactions et décisions sont prédéfinies, à l'inverse de la deuxième catégorie de workflow qui est le workflow ad hoc. Le workflow de production est capable de gérer des processus très complexes.

### ✓ **Workflow administratif:**

Cette catégorie d'applications de workflow concerne tout ce qui a trait à la circulation des documents de nature administrative. Cette automatisation peut avoir pour but de faciliter l'activité d'un groupe collaboratif en lui simplifiant des tâches routinières et contribue donc à améliorer sa productivité. Dans cette catégorie figurent des demandes de congés, des remboursements de frais, des commandes de matériel de bureau ou d'inscription à des stages de formation.

Pour ces workflows, l'objectif est d'être le plus flexible possible et non le plus productif possible comme c'est le cas chez le workflow de production. Reste à remarquer que ces deux premiers types de workflow, de production et administratif sont axés document, et donc sur des processus "mode routine", à l'inverse des deux workflows qui vont suivre et qui sont celui de collaboratif et ad hoc. Ces deux sont axés sur des processus "mode projet" et concernent le travail de groupe.

### ✓ **Workflow collaboratif :**

Ce type concerne les processus destinés à optimiser le "team work "(le travail de groupe). Ces groupes peuvent se composer de petits groupes orientés projet jusqu'à des groupes très dispersés avec des intérêts communs. Les processus sont loin d'être rigides et peuvent être modifiés fréquemment.

### ✓ **Workflow ad-hoc:**

Les systèmes workflow proposant des workflow ad hoc laissent les utilisateurs créer des processus très facilement et rapidement pour réagir aux circonstances quand elles surgissent. Les workflows dits ad hoc automatisent des procédures d'exception, donc occasionnelles,

voire uniques. Ces applications de workflow gèrent les processus dont les étapes et les niveaux d'interaction entre les intervenants sont plus difficiles à définir en détail et à prévoir. Ce type de workflow maximise la flexibilité là où la sécurité et la productivité ne sont pas les points les plus importants. Par rapport au workflow de production où l'organisation détient le processus, les processus dans le workflow ad hoc sont détenus par les utilisateurs.

Même si ces quatre types d'applications ont été identifiés, il existe toujours des zones grises, des exceptions.

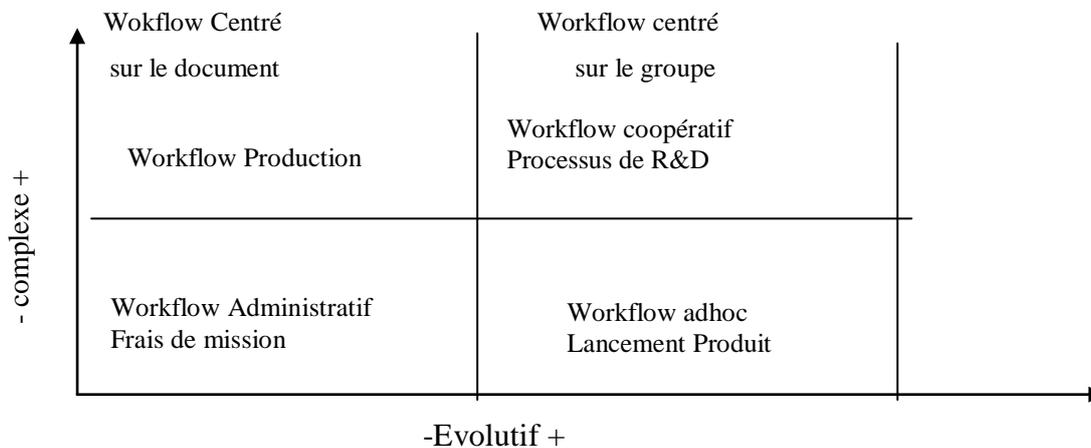


Figure I.2. : Les typologies des applications de workflow [Saddoun 2002]

- **Typologie technique des solutions workflow :**

On peut aussi distinguer les solutions workflow selon qu'elles reposent sur l'exploitation d'une messagerie ou d'une base de données.

✓ **La messagerie :**

Dans la messagerie, il existe deux approches possibles :

L'application workflow est une fonctionnalité développée à partir des fonctions avancées des messageries de nouvelle génération : notification, avis de réception, formulaires, routage conditionnel, signature électronique. Toutes ces fonctions sont disponibles dans les messageries des principaux produits groupware du marché. Elles permettent de supporter des workflow simples et légers tels qu'une gestion des demandes de congés, un processus de remboursement de notes de frais ...

L'application workflow est une fonctionnalité développée au sein d'une application classique, celle-ci étant couplée à une messagerie. Certains produits appelés « formulaires électroniques » disposant d'interfaces avec les standards de messagerie (par exemple MAPI) et proposent des environnements conçus pour gérer la saisie des données, leur transmission selon des règles de routage et leur suivi tout au long de l'itinéraire workflow.

Les workflow légers impliquant un nombre relativement restreint de participants, manipulant quelques données sur formulaire simple avec des conditions de routage de base, n'exigent pas d'outils plus sophistiqués qu'un moteur de messagerie et un gestionnaire de formulaire électroniques. C'est la rapidité de réaction et de décision des différents acteurs qui prime. Toutes les informations, tous les documents peuvent être intégrés dans des documents électroniques simples.

### ✓ La base de données :

Dans cette approche, le système de gestion de workflow est développé soit autour d'un produit du marché (exemple : Team Ware Flow) qui fonctionne avec les SGBDR SQL Serveur, Oracle ou Sybase), soit autour d'un produit propriétaire (exemple : Inter Office workflow avec son propre SGBDR Oracle). Dans cette configuration, le moteur de workflow et la quasi-totalité de ses fonctionnalités résident sur le serveur. Le client héberge l'interface graphique d'accès aux bons de travail et aux formulaires du workflow. Le serveur gère les données du workflow telles que les définitions de processus (modèles de workflow) et les données des instances de processus (cas de processus), les données historiques des activités, les documents, le carnet d'adresse des ressources,...

Ce type d'environnement est nécessaire pour les workflow plus lourds reposant sur des règles de gestion plus sophistiquées. Cette classification technique est utile lors du choix d'un produit workflow. Sa technologie détermine les implications d'intégration à l'infrastructure réseau de l'organisation comme autres applications existantes appelées par les activités workflow.

La typologie des applications workflow est synthétisée dans la matrice suivante [Levan 2000]

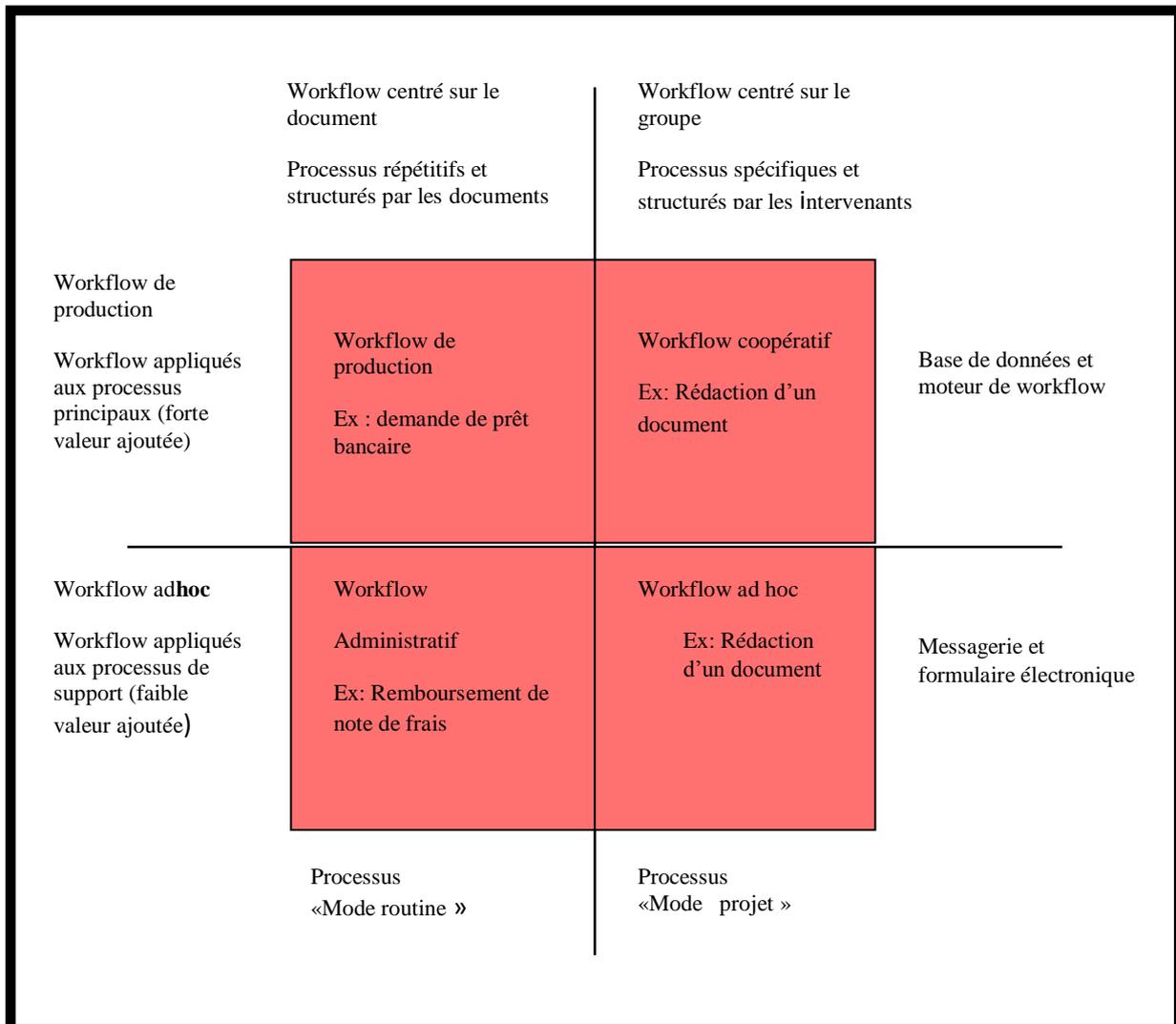


Figure I.3. : Typologies d'applications workflow classés selon les différentes technologies [Levan 2000]

Ses grandes fonctions :

- ✓ La représentation des procédures :

Elle est relative à la représentation des procédures ; elle joue un rôle capital dans le business process ré-engineering (BPR<sup>4</sup>), car elle oblige les acteurs à faire un travail d'analyse, d'arbitrage et de modélisation du pilotage du processus et la planification des actions.

- Au niveau des acteurs et les groupes;
- Au niveau des documents;
- Au niveau des tâches;
- Au niveau des flux.

Le workflow constitue une véritable cartographie des tâches, acteurs et flux, mais également un outil de simulation et de modélisation.

### ✓ **Le filtrage de l'information :**

Elle réside dans les capacités de filtre informationnel du workflow.

- Il ne présente à un acteur donné que les documents et informations pertinents par rapport à une tâche donnée ;
- Il présente des documents nécessaires à l'accomplissement d'une tâche avec une garantie d'exhaustivité : plus d'oubli, de perte, d'erreur d'aiguillage...
- Il présente les documents en respectant fidèlement les procédures.

### ✓ **La gestion de la durée des échéances :**

Elle réside dans la gestion de la durée et les échéances. Le workflow donne à l'administrateur un instrument de contrôle sur l'état d'avancement et est susceptible de notifier aux acteurs les dépassements de délais.

### ✓ **L'évaluation de la réalisation :**

Elle concerne le feed-back (réaction) du processus sur son pilotage : le workflow va pouvoir établir des statistiques d'exploitation, des grilles d'analyse et de comparaison entre les objectifs et la réalisation.

---

<sup>4</sup> BPR (Business Process Reengineering) : ensemble de méthodes dont l'objectif est de remettre à plat tous les processus de l'entreprise pour en rebâtir de nouveaux, plus efficaces et mieux adaptés à la compétitivité ambiante.

#### **3.2.4. Norme et standard de workflow :**

Vu l'importance des champs applicatifs du workflow dans les entreprises, la grande variété des problèmes rencontrés et des solutions disponibles, l'incompatibilité des différents systèmes, la nécessité de standards qui permettent l'interopérabilité d'applications de workflow a depuis un certain temps été reconnue. C'est dans l'optique d'apporter une solution aux problèmes d'hétérogénéité qu'a vu le jour la WFMC (Workflow Management Coalition).

Fondée en août 1993, La WfMC est une organisation internationale à but non lucrative qui regroupe, des éditeurs, des utilisateurs et des experts du domaine du workflow. Sa mission est de promouvoir l'utilisation du workflow grâce à la définition de standards portant sur la terminologie workflow, l'interopérabilité et la connectivité entre les produits workflow. Parmi ces membres, on trouve : Action Technology, Bull, IBM, Lotus, Wang, Xsoft, Microsoft et Oracle. Elle s'impose aujourd'hui comme la principale entité de standardisation et de référence pour un marché workflow en très forte expansion.

Un SGWF est un système qui définit, implémente et gère l'exécution d'un ou plusieurs workflow à l'aide d'un environnement logiciel fonctionnant avec un ou plusieurs moteurs workflow et capable d'interpréter la définition d'un processus, de gérer la coordination des participants et d'appeler des applications externes. Un SGWF supporte les fonctionnalités des workflow par le biais de deux modules : modélisation et exécution.

Un système de gestion de workflow regroupe les composants logiciels qui stockent, et interprètent les définitions de processus et ce qui est important, gère les interactions entre les utilisateurs humains et les applications externes. Il crée et gère des instances des différents processus définis.

Pour obtenir l'interopérabilité entre plusieurs produits de workflow, il faut définir des standards d'interfaces et d'échanges de données. La WFMC a publiée un document qui décrit en détail ce modèle de référence.

La figure 4 suivante présente les composants de base du modèle de référence d'un SGWF ainsi que les interfaces entre ces composants définis par la WfMC.

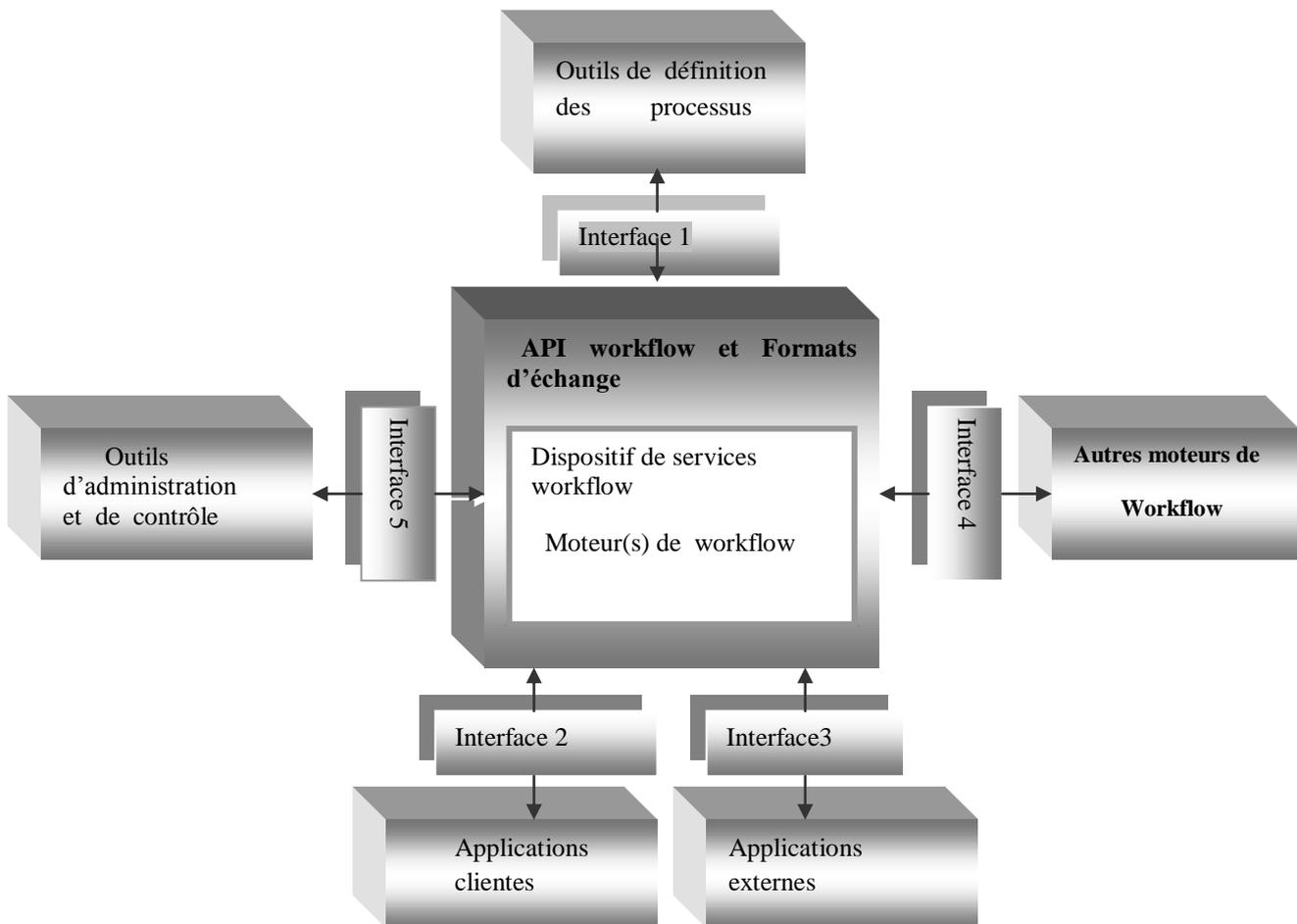


Figure I.4. : Modèle de référence de la WfMC [Levan 2000]

### 3.2.5. Composants [Levan 2000] :

#### ➤ Outils de définition de processus :

Outils utilisés pour spécifier dans une notation abstraite la logique de fonctionnement des processus. De nombreux outils peuvent servir à l'analyse, à la modélisation, et à la description de processus d'entreprise. L'interface proposée par la coalition vise à garantir le maximum de souplesse et d'ouverture dans ce domaine. Cette interface est désignée sous le nom d'interface d'import/export de définition de processus qui devrait fournir un format d'échange commun aux types d'informations suivantes :

- Conditions de déclenchement et de terminaison de processus ;
- Identification d'activités dans le processus incluant les applications externes associées et les données d'ordonnement de processus ;

- Identification des types de données et des chemins d'accès;
- Définition des conditions de transitions et des règles de routage;
- Informations relatives aux décisions d'allocation de ressources.

➤ **Le moteur de services workflow (Serveur workflow) :**

Ce moteur de services workflow correspond à l'environnement run-time capable d'exécuter un ou plusieurs workflow. Cet environnement peut impliquer plusieurs produits workflow différents. Le serveur workflow a deux interfaces (2 et 3) qui représentent d'un côté le lien vers les applications clientes du workflow et d'un autre côté les applications appelées par le workflow. Une grande diversité de standards applicatifs peut être intégrée au niveau du serveur workflow afin de fournir un système de gestion de workflow complet.

➤ **L'application cliente workflow :**

L'application cliente workflow est le module logiciel qui présente les bons de travail à l'utilisateur. Elle peut appeler des applications et des outils nécessaires à l'accomplissement des tâches. Ensuite, l'utilisateur rend la main au moteur de workflow afin de poursuivre le déroulement du processus. Cette application cliente peut être un produit tiers (une messagerie par exemple), une application spécifique ou elle peut également être partie intégrante du système de gestion de workflow. Pour cette raison, il faut avoir une interface standard bien déterminée pour garantir une communication aisée et pour apporter un ensemble de fonctions de connexion entre le serveur workflow et l'application cliente.

➤ **L'application appelée par le workflow :**

Les systèmes de gestion de workflow doivent communiquer avec toutes les applications externes nécessaires à l'accomplissement des tâches : appel d'un service de messagerie, envoi d'une télécopie, des applications de production, etc. La coalition attache beaucoup d'importance au développement de standards relatifs à l'appel de telles applications en fournissant une interface dédiée à cette liaison entre applications. Par ailleurs, il a été démontré qu'il serait intéressant de mettre à disposition un jeu d'API qui permettrait aux développeurs de construire des applications intégrant des fonctionnalités workflow grâce à l'appel direct de fonctions propres au moteur de workflow.

➤ **Les autres moteurs de services workflow :**

Un des grands objectifs de la WFMC était de définir des standards permettant que différents systèmes de gestion de workflow puissent travailler ensemble quand il le faut. Les produits workflow n'ont pas tous le même degré de complexité. Il en existe qui sont de simples outils de routage de données (workflow ad hoc), et il en existe d'autres qui font la gestion de processus complexes et évolutifs (workflow coopératif). Tous ces produits satisfont des besoins propres aux utilisateurs et tirent des avantages dans leur domaine. Il faut donc que ces différents produits puissent interagir. Pour garantir une interopérabilité entre différents systèmes de gestion de workflow, la coalition a déterminée plusieurs niveaux d'interopérabilité qui vont du simple transit de tâche jusqu'à l'échange intégral de définition de processus avec des données d'ordonnements. La WFMC a identifié 8 niveaux d'interopérabilité qui vont du point d'aucune interopérabilité (qui ne sont pas du tout compatibles entre eux) jusqu'à l'interopérabilité complète (les produits disposent d'un environnement de travail commun).

➤ **L'outil d'administration et de pilotage du système workflow :**

Lors de l'exécution d'un processus, beaucoup d'événements intéressants surviennent pour l'organisation dans laquelle le système de gestion de workflow est intégré. Il est donc important d'avoir une interface standardisée vers un outil d'administration et de pilotage, une interface permettant qu'un tel outil puisse travailler avec n'importe quel moteur de services workflow. Ces outils peuvent par exemple auditer combien de temps a pris un processus  $x$ , quelles activités ont été réalisées dans quelle instance de processus, etc. Créer une interface standard pour un tel outil sert surtout à ce que l'organisation puisse se procurer le produit de pilotage le plus adapté à ses exigences et besoins sans se soucier de problématiques d'interfaçage.

**3.2.6. Les architectures de workflow [Khoshafian & Buckewiez 1998] :**

Si les architectures des produits de workflow sont différentes, certains modules fonctionnels apparaissent toutefois constants. Nous les examinerons ici sous l'angle du client/Serveur. Noter que tous les produits workflow ne présentent pas forcément les mêmes modules et que tous les produits ne sont pas client/serveur. Ces modules jouent néanmoins un rôle important dans les systèmes de workflow fonctionnant dans un environnement client/serveur.

✓ **Environnement client :**

Le module client comprend trois composants principaux de workflow :

- L'éditeur graphique qui permet la définition d'un modèle de workflow ;
- Le déclencheur du workflow qui est chargé de déclencher ou d'activer les fonctionnalités du workflow. Il gère aussi les interactions qui se déroulent entre le moteur de workflow et la partie cliente lors du démarrage, de l'arrêt ou de la suspension du workflow ;
- L'outil de gestion (suivi, statut, etc.) : Il affiche l'état des différents workflow en activité. Il indique la durée des tâches en cours, identifie les goulets d'étranglement et améliore la performance du workflow dans les itérations ultérieures.

✓ **Environnement serveur :**

Le serveur quant à lui, comprend les composants suivants :

- Les services de workflow : Ils regroupent toutes les fonctionnalités propres au moteur de workflow (interprétation des modèles de workflow, suivi du statut, gestion des utilisateurs, des groupes, des rôles, définition des workflow),
- Les services de base de données, de messagerie, de transport et de communication. Ce sont des modules avec lesquels les systèmes de workflow dialoguent pour que le travail puisse s'accomplir. La figure suivante illustre l'architecture d'un produit workflow.

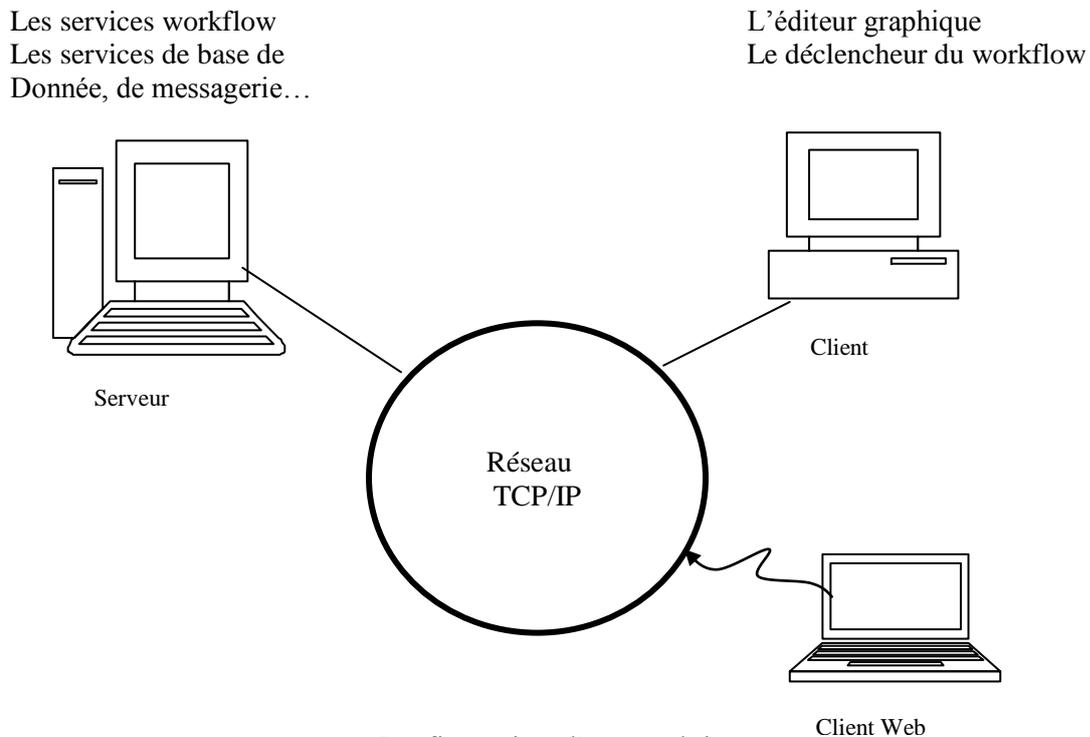


Figure I.5. : Configuration d'un produit

### 3.2.7. Les bénéfices des applications de workflow:

Une application workflow assure :

- + la planification des tâches, leur affectation aux participants, et l'assistance à leur réalisation ;
- + sécurité accrue ;
- + temps de réponse réduit ;
- + information claire sur l'état d'avancement ;
- + amélioration de productivité ;
- + Optimisation des processus ;
- + maîtrise de la qualité et des coûts.

#### - Sécurité accrue :

Avec une application de workflow, c'est le système qui affecte les tâches aux participants. Un participant ne voit donc que les tâches qui lui sont affectées. C'est par la définition des règles d'affectation, pour chaque tâche de chaque procédure, qu'il est ainsi possible de contrôler avec toute la finesse voulue l'accès des participants au système. Dans bien des cas cela se fait

en affectant les tâches à des rôles (auteur, chef de service, programmeur, caissier) et en associant à chaque acteur les rôles qu'il peut tenir.

### - **Temps de réponse réduit :**

La réduction du temps de réponse entre la prise en compte de l'événement déclencheur d'un cas et son traitement complet est une des caractéristiques essentielles des applications de workflow. Ceci est rendu possible par la suppression de toutes les actions manuelles intermédiaires entre la fin d'une tâche et la mise à disposition des tâches suivantes dans les corbeilles électroniques des participants suivants. Lorsque cette phase implique des transmissions papier, c'est par journées entières que se comptent les temps cumulés pour un cas, et des gains de 90% sont parfaitement réalisables.

Le workflow permet aussi de gagner du temps dans la prise en compte de chaque tâche par les participants. Une gestion efficace de la liste des tâches en attente permet à chaque participant de choisir mieux et plus vite les tâches à prendre en compte. La gestion des priorités permet de faire passer plus vite les tâches pour lesquelles les contraintes de délais sont plus importantes. Enfin les mécanismes de gestion des échéances peuvent faire automatiquement croître la priorité lorsqu'une échéance approche.

### - **Information claire sur l'état d'avancement :**

L'application de workflow permet de renseigner avec précision sur l'état d'un cas. Il donne en particulier les tâches en cours avec leur état et leur responsable. Il donne aussi une vue graphique des tâches qui restent à exécuter. Tout cela bien sûr en quelques secondes. Il devient possible de renseigner aussi bien les clients que les membres de l'entreprise, avec précision, et de contacter directement les responsables des tâches en attente pour en connaître les raisons. Ce qui prend 1 à 2 minutes avec une application de workflow, peut prendre des heures autrement. Les économies dans ce domaine varient en fonction du taux de questions posées sur les procédures. Une fourchette de 5 à 10 % du coût total des procédures en est une bonne estimation.

### - **Améliorations de productivité :**

En prenant en charge la planification des tâches ainsi que leur affectation, une application de workflow supprime la fonction correspondante, souvent attribuée à un membre de

l'encadrement de l'équipe, ou au plus expérimenté ou encore au plus ancien. Selon les organisations et les secteurs d'activité, cela représente de 5 à 10 % des effectifs impliqués.

Dans le cas d'un traitement non aidé par une application de workflow, l'utilisateur du poste de travail doit amener sur son poste les documents et informations nécessaires, puis réaliser une à une les opérations requises en faisant chaque fois appel aux outils appropriés. Enfin, il doit ranger les résultats obtenus au bon endroit. Dans le cas du workflow, l'utilisateur voit une liste de tâches à exécuter. Lorsqu'il choisit une tâche, tous les documents et formulaires qui lui sont rattachés lui parviennent automatiquement sur son poste de travail. A la fin de la tâche, toutes les informations créées lors de son exécution sont automatiquement classées au bon endroit. Pendant le déroulement de la tâche, l'utilisateur est guidé et assisté par l'appel automatique des outils appropriés ainsi que leur fermeture. Les gains en temps d'exécution d'une tâche peuvent être de plusieurs minutes. Les gains exprimés en % du coût total de la procédure dépendent énormément du coût de la tâche. S'il s'agit de la mise à jour d'un rapport, celle-ci peut durer plusieurs heures, auquel cas le gain sera marginal. S'il s'agit de l'approbation d'une note de frais d'une durée de quelques dizaines de secondes, il peut être très important. Sans prendre en compte les situations extrêmes<sup>5</sup>, le gain varie entre 10 à 30 %.

### - **Maîtrise de la qualité et des coûts :**

Une application de workflow enregistre systématiquement le journal de tous les événements qu'elle contrôle, avec la date et l'heure, la procédure et la tâche concernées et le participant actif. Des outils de traitement de ce journal fournissent des rapports de synthèse sur les coûts et délais de traitement des tâches et des procédures. Ils permettent d'estimer la capacité de l'organisation à absorber les pointes. C'est encore une caractéristique essentielle des outils de workflow. Sans de tels outils, il serait en effet beaucoup trop coûteux de saisir ces mêmes informations sur toutes les tâches élémentaires de chacun. Or sans ces informations, il est impossible de mesurer les coûts et la qualité du travail administratif, comme il est difficile de prévoir les conséquences des changements d'organisation du travail et des procédures elles-mêmes.

### - **Plusieurs catégories de bénéficiaires**

L'apport du workflow se manifeste à tous les niveaux:

- d'abord pour l'entreprise et ses clients ;

- ensuite pour les agents de l'entreprise et leur encadrement ;
- sans oublier la direction organisation.

Pour l'entreprise, les applications de workflow apportent en tout premier lieu une maîtrise accrue de la productivité des tâches liées à l'information en permettant une analyse poussée des coûts et des performances. Elles offrent les moyens d'améliorer la qualité des prestations, d'augmenter la réactivité, de suivre les cas avec précision et de renseigner les clients sur leur déroulement. Enfin, elles permettent de renforcer les mesures de confidentialité et de contrôle d'accès. Le workflow apporte ainsi à l'entreprise ce qui lui manquait pour gérer et maîtriser de façon industrielle ses activités de production d'information.

Le client de l'entreprise en tire des bénéfices visibles: l'amélioration de la qualité de service, un meilleur temps de réponse, une information claire sur l'état d'avancement de ses demandes, une plus grande disponibilité des agents de l'entreprise. Nous sommes tous usagers de services administratifs, et donc parfaitement en mesure d'apprécier ces apports.

L'agent de l'entreprise y gagne une vue claire des tâches à effectuer avec les moyens de les ordonner à sa guise et de sélectionner à sa convenance les tâches à exécuter. Il dispose sur son écran, pour chaque tâche, de toutes les informations et de tous les documents utiles, accessibles par simple sélection. L'application de workflow assure pour lui l'appel des outils nécessaires à la réalisation des tâches ainsi que l'enchaînement des actions. Elle fournit à l'agent une vue claire du contexte de chaque tâche, ce qui a déjà été fait, par qui, quand, ce qui reste à faire. Cette assistance se traduit directement en termes de souplesse de travail, de rapidité d'exécution et de confort pour l'agent. Il est ainsi non seulement plus efficace mais aussi plus disponible pour les clients de l'entreprise et dispose de tous les moyens de les renseigner avec précision.

Pour le cadre essentiellement concerné par des tâches de contrôle, d'approbation et de décision, le workflow fournit les tâches justes à temps, quand les dossiers sont prêts, et avec juste assez d'information pour pouvoir intervenir avec efficacité. Il peut agir plus tôt, plus vite, et plus juste. L'encadrement dispose en permanence de l'état précis de chaque cas. Un système d'alerte prévenant des situations et des retards exceptionnels permet de réagir sans tarder. Enfin, un système de mesure permet le suivi de la qualité et de la productivité. Pour

qui a dirigé des équipes traitant de l'information, il est clair qu'un tel outil révolutionne le rôle de l'encadrement pour le rapprocher de ce qui est réalisé dans la production industrielle. Il est également clair que ce changement inévitable ne se fera pas facilement et sans transformations sociales.

Le workflow induit aussi des changements au niveau de la direction organisation à laquelle il apporte les moyens de décrire formellement les procédures et l'organisation en vigueur. Pour les procédures assistées par le workflow, la direction organisation dispose de toutes les statistiques imaginables pour caractériser les charges, les coûts, les périodes de pointe et bien d'autres aspects. A partir de ces données, il devient possible d'étudier des hypothèses d'évolutions des procédures en utilisant les outils de simulation. Des études tout simplement impossibles à réaliser parce que les données ne sont pas disponibles ou sont trop coûteuses à collecter, deviennent enfin envisageables.

### **3.2.8. Les étapes importantes dans un projet workflow :**

Cette sous section va montrer la démarche à effectuer lorsqu'on se trouve en face d'un projet de workflow. Il existe deux grandes étapes dans un projet de workflow dans une organisation. Tout d'abord les processus doivent être modélisés, en recourant à une technique de modélisation et ensuite le workflow doit être implémenté en se basant sur cette modélisation établie auparavant.

#### **▪ Modélisation des processus :**

La modélisation des processus vise tout d'abord à représenter sous forme graphique, en utilisant un langage spécifique, le fonctionnement d'un système complexe (une organisation ou entreprise).

Les différents éléments de base d'un processus devant être modélisés sont :

- l'activité symbolisant une étape du processus ;
- le rôle accomplissant une activité ;
- La route représentant la transition entre les activités

L'objet transitant par les activités et subissant des transformations ;

La modélisation des processus sert à un double objectif au sein du projet workflow. Elle permet d'abord l'analyse critique des processus candidats au workflow, et ensuite de préparer la définition de processus.

▪ **Implémentation du workflow :**

L'implémentation d'un modèle de processus dans un système de gestion de workflow s'appelle « définition de processus » qui se fait sur la base de la modélisation des processus. Par la suite, la qualité du workflow dépendra de la qualité de la définition des processus.

L'implémentation, travail généralement confié à un informaticien, consiste à implémenter une représentation informatique du modèle de processus en utilisant un outil informatique (module Build Time du système de gestion de workflow). Ce modèle contient toutes les définitions de processus nécessaires avec les informations importantes. L'outil peut être totalement indépendant du système de gestion de workflow. A ce moment il existe deux possibilités : soit est utilisée une technologie intégrée, ce qui fait que l'outil peut tout simplement exporter toutes les données dans le système de gestion de workflow, soit les données doivent d'abord être traduites afin de définir le processus, dans le cas où un outil Build Time indépendant est utilisé.

L'implémentation du workflow permet donc de définir la logique déterminant dynamiquement les itinéraires d'un processus préalablement modélisé. Les trois « R » de Marshak doivent être respectés. Il faut donc définir trois variables différentes dans une implémentation de workflow :

Les rôles devant être définis indépendamment des individus réellement impliqués dans l'entreprise.

Les règles décrivant les conditions d'exécution des activités, en intégrant les applications extérieures au workflow (traitement de texte, tableur, etc...).

Les routes assurant la liaison entre les activités et les acteurs.

Les possibilités offertes par les outils de workflow sont de trois ordres : [SALMIN]

- *un guidage rigoureux des procédures* : le guidage de l'enchaînement des tâches garantit l'exécution d'une affaire conformément au plan de travail et facilite ainsi la mise en place de normes ISO 9000.

- *un contrôle du flux de travail* : les logiciels de workflow permettent de suivre l'état d'avancement d'une affaire étape par étape et de détecter rapidement d'éventuels goulets d'étranglement correspondant à l'accumulation de travaux en attente sur un poste.
- *un maximum d'automatisation* : les pertes de temps dues à rechercher, photocopier, distribuer et classer les documents sont considérablement diminuées. Les logiciels de workflow offrent aussi la possibilité d'automatiser toutes les opérations pour lesquelles une intervention humaine n'apporte pas de réelle valeur ajoutée.

### **3.2.9. Les outils :**

La réalisation d'un Workflow nécessite beaucoup de travail. En effet, pour créer un Workflow, il faut suivre les étapes suivantes qui illustrent les étapes clés de développement d'une application workflow

#### **- Définir le projet workflow :**

Le but est de poser les bases et de spécifier l'objectif de projet de workflow en réalisant les tâches suivantes :

- \* Prendre contact avec les principaux acteurs opérationnels ;
- \* Comprendre la situation et les besoins particuliers tant organisationnels que technologiques ;
- \* Définir les conditions de succès de projet ;
- \* Sensibiliser les acteurs opérationnels impliqués dans le futur système de gestion de workflow.

Cela en utilisant les techniques et les outils qui sont :

- \* Analyse de profils « plan de classification des applications de workflow » ou le WACS (*Workflow Application Classification Schème*) ;
- \* Techniques de travail en groupe : Le succès d'un projet de workflow repose essentiellement sur la maîtrise des implications humaines et organisationnelles qui accompagnent inévitablement la mise en œuvre d'un système de gestion de workflow. La première étape consiste à bien exprimer les besoins en posant des questions qui

relèvent spécifiquement d'un projet de workflow, c'est-à-dire qu'il faut intégrer dès cette première étape les possibilités et les limites des applications de workflow.

Les conditions de succès du projet de workflow reposent sur la qualité du questionnement organisationnel associé au questionnement technologique. Il existe un cadre minimum de caractérisation d'un projet de workflow qui se base sur un schéma WACS. Le WACS couvre douze aspects différents du workflow, lesquels s'adressent à des applications ou à des produits de ce type. Poser les bases d'un projet de workflow c'est préparer un double questionnement organisationnel et technologique : Par qui et pourquoi l'application de workflow est-elle mise en œuvre ? Quels sont les flux qui doivent être gérés ? À quelle fréquence les nouvelles tâches sont-elles mises en œuvre ? Avec quelle précision les processus sont-ils définis ? Qui choisit le travail à réaliser ? Où le travail est-il réalisé ? Combien de temps faut-il pour réaliser les différentes tâches ? Quel est le degré de complexité des flux ? Quel niveau d'intégration est-il nécessaire ? Quel matériel informatique est utilisé ? Quels sont les impératifs de contrôle et de surveillance ?

**- Analyser le processus et les situations de travail :**

Son objectif est d'étudier le contexte et de modéliser le processus existant afin de conduire un diagnostic en réalisant les tâches suivantes :

- \* Mettre au point les méthodes, techniques et outils de projet ;
- \* Recueillir les données de processus ;
- \* Modéliser le processus existant (modèle descriptif) ;
- \* Etablir un diagnostic avec les personnes impliquées.

Cela en utilisant les techniques et les outils suivants :

- Conduite et gestion de projet de workflow ;
- Entretiens et questionnaires ;
- Observation directe ;
- Analyse de documents ;
- Modélisation de processus ;
- Analyse de profils WACS ;

- Techniques de travail en groupe.

Cette deuxième étape se juxtapose à la troisième étape du projet d'amélioration de processus. Le recueil des données du processus candidat au workflow et sa modélisation descriptive sont des tâches communes qui permettent de maintenir la symbiose entre les questions humaines, organisationnelles et technologiques des différentes situations de travail et de communication.

### - Concevoir les solutions :

Son objectif est de formuler et d'évaluer les différentes solutions organisationnelles et informatiques, en réalisant les tâches suivantes :

- \* Concevoir les options ;
- \* Modéliser les options ;
- \* Evaluer les options ;
- \* Sélectionner une option et spécifier l'application de workflow ;
- \* Adapter la méthode et les techniques d'implémentation de workflow en fonction de l'outil de workflow retenu.

Cela en utilisant les techniques et les utilisateurs suivants :

- Conduite et gestion de projet de workflow ;
- Modélisation de processus ;
- Simulation de processus ;
- Définition de processus (implémentation de workflow) ;
- Etablissement d'un prototype de workflow ;
- Technique de travail en groupe.

Le projet de workflow oblige à concevoir plusieurs solutions tant il est vrai qu'il n'existe pas, dans le domaine de l'organisation, une solution unique et optimale. Il n'y a que des solutions plus au moins satisfaisantes qu'il convient de formuler et d'évaluer pour n'en retenir qu'une.

Dans cette étape, il ne s'agit pas seulement d'analyser mais aussi d'imaginer, de représenter et d'anticiper mentalement ou expérimentalement le fonctionnement d'un système cible sur les

plans humains, organisationnels, et technologiques et cela en exploitant les éléments suivants :

Le choix d'une méthode de travail capable d'intégrer les questions de management et d'informatique dans une même réflexion.

Avec l'approche workflow, on peut modéliser rapidement tout ou partie du système workflow, ce qui apporte un côté pragmatique au travail de conception parfois un peu trop conceptuel pour les utilisateurs.

Le travail d'une équipe de projet réunissant une partie de ceux qui seront directement impliqués dans le changement, peut être propice à l'émergence et à l'acceptation d'idées nouvelles.

**- Réaliser la solution de workflow :**

Son objectif est d'implémenter le modèle de workflow cible dans le système de gestion de workflow ainsi que tester la cohérence et le fonctionnement à priori de l'application de workflow, et cela en réalisant les tâches suivantes :

- Planifier la réorganisation liée à la mise en œuvre du processus cible ;
- Définir le processus cible dans le système de gestion de workflow ;
- Réaliser les formulaires électroniques associés aux activités ;
- Réaliser les interfaces avec les applications appelées ;

Tester la cohérence (logique de processus) et le fonctionnement de l'application de workflow (infrastructure réseau administration du serveur de workflow).

Cela en utilisant les techniques et les outils suivants :

- ✚ Conduite et gestion de projet de workflow ;
- ✚ Implémentation de workflow (définition de processus dans un système de gestion de workflow) ;
- ✚ Développement des interfaces avec d'autres applications ;
- ✚ Techniques de travail.

La réalisation de la solution workflow implique naturellement un travail informatique qui n'apparaît pas explicitement dans le projet d'amélioration de processus.

- **Mettre en place l'application de workflow :**

Son objectif est de réussir le processus de changement sur le plan humain, organisationnel et technique, en réalisant les tâches suivantes :

- Appliquer la réorganisation (changement du processus et des outils) ;
- Informer et communiquer ;
- Installer les matériels et les logiciels (serveur et clients) ;
- Former les utilisateurs et les administrateurs ;
- Mettre en route le système de gestion de workflow.

Cela en utilisant les techniques et les outils suivants :

- ✚ Conduite et gestion de projet de workflow ;
- ✚ Plan et action de communication ;
- ✚ Plan et action de formation ;
- ✚ Technique de travail en groupe.

Cela se traduit par l'intégration des solutions dans un plan d'ensemble pour obtenir des bénéfices à grande échelle et aussi l'accompagnement des personnes dans le processus de changement.

- **Piloter et optimiser l'application de workflow :**

Son objectif est de contrôler et d'évaluer à posteriori la pertinence de l'application de workflow ainsi que de fournir les recommandations pour l'optimisation du workflow, et cela en réalisant les tâches suivantes :

- ✚ Mettre au point les règles de supervision et de pilotage de l'application de workflow ;
- ✚ Collecter et analyser les données de workflow (instances de processus) ;
- ✚ Formuler les recommandations d'optimisation ;

- ✚ Adapter et/ou modifier l'application de workflow et son intégration dans les systèmes d'information existants.

Cela en utilisant les techniques et les outils suivants :

- \* Conduite et gestion de projet de workflow ;
- \* Modélisation des processus ;
- \* Simulation des processus ;
- \* Etablissement d'un processus de workflow ;
- \* Technique de travail en groupe.

Le pilotage de l'utilisation du workflow vise à mesurer les progrès et à évaluer les gains de performance. Il faut noter une caractéristique importante propre au projet de workflow : un système de gestion de workflow dispose d'un environnement de supervision des processus qui permet, en temps réel, de connaître leur état d'avancement et les activités en cours de réalisation sur toutes les instances de processus en cours. Cet environnement permet aussi d'obtenir des informations sur le temps passé, les problèmes posés, les solutions apportées....etc.

La base de données d'un système de gestion de workflow qui utilise cette technologie permet également d'effectuer les traitements statiques qui facilitent les évaluations de performance, la mesure des progrès accomplis et de ceux qui restent à accomplir. Le pilotage de l'utilisation du système est donc très proche du pilotage du processus proprement dit.

### - Exemples d'outils workflow :

Pour mettre en évidence l'importance de la modélisation graphique d'un processus, nous allons étudier succinctement certains d'entre eux tels que YAWL [Aalst & al. 2011], W4 [Ames & al. 1997] et bonitasoft.

#### ▪ YAWL [Aalst & al. 2011] :

YAWL « Yet Another Workflow Language » a été créé en 2002. Basé sur les réseaux de Pétri comme point de départ, et rajoutant quelques mécanismes lui permettant une approche plus intuitive et directe des flux à modéliser, il offre une plus grande facilité de modélisations et d'intégration que les autres BPM.

Yawl est aussi un système de gestion Workflow. Basé sur un langage de modélisation puissant, yawl manipule des données complexes, des transformations, l'intégration avec les ressources d'organisation et l'intégration des services Web. Construit sous Java, il utilise le schéma XML et XQuery. Yawl est le seul système de gestion de workflow qui supporte le langage yawl à l'heure actuelle.

- La perspective de données dans yawl est représentée par l'utilisation du schéma XML, du XPath et du XQuery.
- yawl offre le support complet des modèles de ressource. C'est le langage de spécifications de processus le plus puissant pour saisir des conditions d'assignation de ressources.
- yawl offre un certain nombre d'installateurs automatiques et un environnement graphique intuitif de conception.
- les tâches dans yawl peuvent être faites par des participants humains, des services Web, applications externes ou aux classes Java.
- Les environnements de yawl supportent la génération automatisée des formulaires.

### ▪ **W4 [Ames & al. 1997] : (Word Wide Web Workflow)**

La société W4 a développé elle-même le moteur W4 et un outil de modélisation de procédure W4 Auteur. Ces logiciels sont nécessaires et suffisants à eux deux pour implémenter un workflow.

L'éditeur français W4 est l'un des premiers à proposer en 1996 un logiciel entièrement écrit en Java et disposant d'interfaces pour clients légers. Il est destiné aux PME importantes. Il comprend la plupart des fonctions évoluées nécessaires à la circulation des informations entre les différents collaborateurs d'une entreprise.

W4 est un serveur de workflow. Il a été spécialement conçu pour l'environnement intranet/internet. A la différence d'une application client/serveur, W4 ne nécessite aucune installation sur le poste de l'utilisateur. Un navigateur web est suffisant pour participer à des applications workflow définies sur le serveur. Cela permet d'envisager des applications

impliquant un grand nombre d'utilisateurs, même si ceux-ci participent de manière épisodique, voire passagère aux applications workflow. En particulier, les partenaires, les fournisseurs, les clients de l'entreprise peuvent être directement impliqués dans les processus supportés par le workflow.

La plateforme de w4 est w4 suite particulièrement adaptée à l'automatisation des procédures de travail complexes avec de nombreux intervenants, aussi bien pour les procédures support (finance, RH, ect.) que pour les procédures spécialisées « cœur de métier » propres à l'entreprise.

W4 auteur est un outil graphique de conception, de modélisation et de réalisation fonctionnant sous windows 95 et windows NT. Il permet la réalisation rapide des procédures dont le visionnement facilite l'adaptation aux changements fonctionnels et structurels des organisations.

### ▪ **Bonita :**

Bonita est un outil de gestion de workflow. C'est donc un logiciel qui gère un enchaînement de tâches suivant une procédure prédéfinie, permettant ainsi de coordonner les activités de différentes personnes dans le but d'atteindre un objectif global. Par conséquent, il permet d'assister, d'automatiser et de contrôler le travail coopératif.

Bonita fournit donc des composants permettant de manipuler, d'exécuter et de contrôler :

- ✚ L'automatisation des tâches ;
- ✚ L'assignation des tâches aux utilisateurs ;
- ✚ L'exécution des processus ;
- ✚ L'historique des processus

Il propose un environnement pour définir, exécuter et gérer des processus. Des acteurs humains et des logiciels peuvent participer aux processus.

Les objectifs de Bonita sont :

- ✚ Automatisation des processus ;
- ✚ Contrôle des processus ;

- ✚ Augmenter le partage de l'information.

Les versions de bonita sont :

- ✚ Bonita 1 en 2001 ;
- ✚ Bonita 4 en 2008 ;
- ✚ Fondation de Bonitasoft en juin 2009 ;
- ✚ En janvier 2010, c'est la sortie de Bonita Open solution, 5<sup>ième</sup> version de Bonita.

Bonita permet de spécifier, d'exécuter et de contrôler des procédés coopératifs. Il fournit un ensemble complet d'outils graphiques intégrés, pour exécuter le procédé défini, instancier et commander ce procédé, et assurer une interaction entre les utilisateurs et d'autres applications.

Bonita inclut aussi un navigateur permettant de gérer et de contrôler l'exécution des procédés d'une manière interactive par l'utilisation de l'application « javaWeb start » et des technologies des services web permettent aux concepteurs et aux organisateurs de le manipuler via le web.

### **3.2.10. Les moteurs de Workflow :**

Le moteur de workflow est l'outil permettant de modéliser et d'automatiser les processus métiers de l'entreprise. Ce type d'outil permet ainsi de formaliser les règles métier de l'entreprise afin d'automatiser la prise de décision, c'est-à-dire la branche du workflow à choisir, en fonction du contexte donné. Un moteur de Workflow est un service logiciel qui fournit tout ou partie de l'environnement d'exécution d'un Workflow.

#### **3.2.10.1. Les moteurs de workflow en Open Source :**

Dans ce qui suit une liste non exhaustive de moteur de workflow open source:

**Bonita :** est un moteur de workflow J2EE qui permet la gestion de processus comme les modules de définition de workflow XPLD, l'infrastructure JMS ou les services d'interopérabilité. Bonita est un Open Source et est téléchargeable sous licence LGPL.

**cmLight** : est une solution Internet configurable qui permet de piloter les communications de l'entreprise pour augmenter la productivité.

**Django** : est un framework de développement web en Python. Il a pour but de rendre le développement web simple et rapide. Le projet a pour slogan « Le framework web pour les perfectionnistes avec des délais à tenir ». Son code a été originellement développé pour un journal local de la ville de Lawrence, dans le Kansas. Il est publié selon les termes de la Licence BSD.

**my Workflow** : logiciel Web de gestion de processus de la société Integram. Distribué en mode hébergé (SaaS).

**OpenCS** : un moteur de workflow pour le web.

TobFlow : outil de génération de workflow et de formulaires open source en J2EE W4 BPM Engine.

**Workey** : modélisation de processus d'entreprise (méthode OSSAD) et moteur de workflow J2E.

### **3.2.10.2. Les moteurs de workflow en .Net:**

#### ➤ **Windows workflow Foundation :**

WWF (Windows Workflow Foundation) est une technologie Microsoft pour définir, exécuter et gérer les workflow. Officiellement présenté et disponible pour le grand public en version Beta 1 lors de PDC (Professional Developer Conference) organisée par Microsoft en Septembre 2005, Windows Workflow Foundation, également appelé plus simplement WWF, constitue le nouveau moteur de workflow gratuit de Microsoft. Windows Workflow Foundation fait partie intégrante de la nouvelle plate-forme de développement applicatif de Microsoft qui vient se greffer au dessus du framework .NET 2.0 connue sous le nom de code WinFX.

WinFX représente la nouvelle plate-forme de développement applicatif de Microsoft qui vient se greffer au dessus du framework .NET 2.0. En effet, WinFX n'est pas un produit comme peuvent l'être Windows Vista, SQL Server ou Biztalk Server mais bien une surcouche au

framework de développement de Microsoft qui est disponible dans sa version 2.0 depuis Novembre 2005.

WinFX constitue donc un ensemble d'APIs (Application Programming Interface) qui rajoute des fonctionnalités au framework .NET 2.0 qui est lui même déjà constitué de plusieurs centaines d'objets et de classes permettant d'effectuer différents traitements (communication réseau, services Web, manipulation de bases de données...) et de réaliser différents types d'applications (application client/serveur, application console, site Web, services Windows...). Ces fonctionnalités ne tournent pas simplement autour de Windows Workflow Foundation mais sont constituées de quatre nouvelles briques permettant chacune d'enrichir autour d'un thème bien précis le framework .NET 2.0.

Les quatre rubriques qui constituent WinFX sont :

- Windows Workflow Foundation (WF)
- Windows Communication Foundation (WCF)
- Windows Presentation Foundation (WPF)
- WinFS.

**Windows Communication Foundation (WCF) :** Représente les APIs permettant de réaliser des communications entre applications via différents moyens de communication tels que les services Web ou le remoting bien connus des développeurs .NET 1.x mais en leur ajoutant un certain nombre de nouvelles possibilités (ex : communications sécurisées, modèles transactionnels) tout en permettant suivant les cas d'avoir moins de code à écrire pour les développeurs.

**Windows Presentation Foundation (WPF) :** représente les APIs permettant de réaliser les interfaces graphiques de futures générations sans forcément avoir besoin de connaissance en développement .NET grâce notamment au langage XAML qui permet de décrire sous forme de fichiers XML toute l'interface graphique et le fonctionnement de celle-ci avec des fonctionnalités avancées (ex : rotation, translation, fondu) qui là encore ne nécessitent pas forcément de devoir écrire du code .NET.

**WinFS** : représente pour sa part le futur moteur de stockage de fichiers qui viendra en complément du système NTFS pour lui ajouter de nouvelles fonctionnalités afin par exemple d'enrichir et d'accélérer les fonctions de recherche dans les fichiers en se basant sur une base de données SQL. Ce système de fichiers sera lui même programmable via un ensemble d'APIs apportées par *WinFS*.

**WinFX** : Peut être utilisé sur Windows XP, Windows 2003 et Windows Vista.

➤ **Windows SharePoint :**

Windows SharePoint est un moteur de création de sites Web qui permet le partage des informations et le travail en équipe sur des documents.

➤ **Windows SharePoint Services (WSS) :**

C'est une extension gratuite de Windows permettant une collaboration et des services par intranet.

### 3.2.10. Critères de choix d'un outil de workflow :

Un outil de workflow permet de gérer de façon automatisée des processus basés sur des interventions humaines (circuit de réservation de voitures, de demande d'investissement...), en interaction avec la messagerie ainsi qu'avec d'éventuelles applications d'entreprise. Il est évident que ces derniers ne sont pas tous nécessaires et sont à pondérer en fonction du contexte d'utilisation. Dans ce qui suit, nous pouvons évoquer les critères de choix d'un outil de workflow :

 **caractéristiques de workflow supportées :**

- **activités** : propriétaire responsable de l'activité à réaliser (décision, liste de tâches), assignations dynamiques, présentation des données, lecteurs autorisés ; déclenchement d'activités automatiques (lancement d'une tâche) ; gestion des délais (y compris au niveau processus), notification.
- **liens** : cheminement série, cheminement parallèle (avec dans ce cas : gestion des dossiers, jointures), routage conditionnel.

- **acteurs** : gestion des rôles, gestion de la délégation, gestion des absences, gestion du travail en groupe, contraintes d'obligations et d'interdictions pour certains acteurs de réaliser certaines activités.

**+ la facilité de développement (puis de modification) :**

C'est une interface unique sous forme graphique, avec des fonctions de génération de code, de génération d'aide en ligne, de génération de documentation paramétrable ; générateur de formules, gestion automatisée des versions successives, bibliothèque d'objets réutilisables autoalimentée et d'utilisation intuitive (drag & drop), découpage en sous processus (pour une meilleure lisibilité), possibilité d'enchaîner les processus, vérification syntaxique des processus, interopérabilité avec d'autres applications, disponibilité en plusieurs langues,

**+ la facilité d'utilisation :**

C'est une fonction d'administration courante pouvant être déportées au niveau d'un pilote utilisateur (gestion des acteurs, des rôles, de la délégation, des profils d'absence) ; fonctions utilisateurs permettant une visibilité sur le processus (ex : situer une requête dans un processus et retracer son historique)

- **la facilité d'exploitation** : archivage, audit.

**4. Processus candidats aux workflow :**

Dans une entreprise, les processus les mieux à même d'être optimisés grâce aux technologies du workflow sont ceux nécessitant une grande coordination, une collaboration intense et dont les acteurs sont répartis aussi bien géographiquement que temporellement. De plus si une multitude d'acteurs est susceptible d'intervenir dans le déroulement d'un processus pour jouer les mêmes rôles, le système de workflow permet d'optimiser l'emploi du temps de ceux-ci.

Le workflow s'intéresse aux interactions humaines et au comportement de communications sous-jacents. Il s'intéresse à l'action et à ses finalités sociales, en d'autres termes, à l'amélioration des interactions humaines dans les organisations.

**5. Domaines d'application du workflow :**

Les Workflow ont de multiples applications dans le monde d'aujourd'hui. L'évolution des processus organisationnels de l'entreprise conduit à utiliser cet outil. Il répond à un besoin

d'optimisation des processus de travail en termes d'utilisation des ressources et de temps effectif.

Le workflow est amené à jouer un rôle important dans les entreprises du monde financier comme les systèmes bancaires, les assurances (délivrer un prêt, opérer un remboursement...). On peut l'étendre à tout processus de travail cyclique dans le monde de l'entreprise.

On s'intéresse aussi à ses applications dans le monde informatique, comme le processus de développement d'un logiciel ; En intégrant l'aspect de travail coopératif au sein du workflow, on peut lier l'intégration progressive des éléments d'un logiciel avec l'organisation prévue. Le chef de projet dispose ainsi d'un outil de contrôle sur l'avancement du projet et la cohérence du système en termes de délais.

Les workflow peuvent également être utilisés dans des organisations autres que l'entreprise, comme dans le monde médical : suivi du dossier médical d'un patient (on peut le mettre à jour automatiquement selon les traitements médicaux effectués), planification des opérations chirurgicales (salles d'opérations, chirurgiens,...etc).

On peut imaginer des applications du workflow dans l'éducation par exemple la mise en place de processus de contrôle continu de l'apprentissage via le web.

#### **6. Impacts du workflow :**

Les différents avantages et bénéfices rencontrés lors de l'introduction d'un système de workflow peuvent être de deux natures. Soit ils sont mesurables donc tangibles, soit ils sont moins "palpables", mais contribuent tout autant à l'amélioration significative de la qualité du travail effectué.

##### **➤ Gains tangibles :**

Du côté des gains tangibles nous retrouvons les éléments suivants :

- \* Réduction des coûts opérationnels : Les organisations utilisant des systèmes de workflow constatent une diminution des coûts de transaction.
- \* Amélioration de la productivité : Les opérations routinières et répétitives peuvent être automatisées réduisant ainsi significativement le temps d'exécution du processus. De plus, le travail peut être effectué 24h/24, ceci étant un facteur vital pour les

multinationales et les entreprises effectuant des transactions commerciales par le biais d'Internet.

- \* Processus plus rapides : Deux facteurs expliquent le gain de temps des processus gérés par des systèmes de workflow. Le premier, nous l'avons vu plus haut est dû à l'automatisation des opérations routinières. Le deuxième concerne les activités "manuelles" ou nécessitant une intervention humaine. Celles-ci, peuvent souvent être effectuées parallèlement (en tous cas pour une partie d'entre elles). Le workflow permet dans ce cas, grâce à une coordination efficace et une attribution des activités à plusieurs acteurs, de faire progresser le processus nettement plus rapidement.
  
- **Gains intangibles** : Les gains intangibles sont les suivants :
  - \* **Service amélioré** : Grâce à la rapidité de gestion des demandes de la clientèle ainsi qu'à une meilleure information sur l'état d'avancement de celles-ci, le service rendu aux clients s'en trouve amélioré.
  - \* **Amélioration des conditions de travail des employés** : Les tâches répétitives et peu gratifiantes peuvent être automatisées, libérant de cette façon le personnel pour des activités plus intéressantes.
  - \* **Facilitation du changement** : Les entreprises peuvent constamment, grâce aux systèmes de workflow, redéfinir et automatiser leurs processus.
  - \* **Augmentation de la qualité** : Suite aux automatisations des tâches répétitives, ainsi qu'à une meilleure coordination et compréhension du travail, les erreurs sont plus rares.
  - \* **Communication facilitée** : Grâce aux informations disponibles concernant les tâches à effectuer et l'état d'avancement des processus, la communication et la transparence du travail sont améliorés.
  - \* **Aide à la prise de décision** : Etant informé du déroulement des processus et des activités, il est plus facile de prendre les bonnes décisions.
  - \* **Amélioration du planning** : Les informations disponibles concernant l'organisation, son business et ses processus améliorent les facultés de planning.
  - \* **Communications inter-entreprise** : La gestion de processus inter-entreprise augmente considérablement la productivité et la transparence du marché.

### **Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons d'abord étudié les systèmes d'information, leurs concepts de base, le rôle des SI dans une organisation, le système d'information du point de vue fonctionnel. Ensuite, nous nous sommes intéressés aux différents acteurs pouvant exécuter ces rôles et peuvent se trouver sur un même site ou des sites géographiques différents. Ceci nous a conduits à évoquer les systèmes d'informations collaboratifs, les principes de base d'un système d'information collaboratif. Pour gérer ces derniers, nous avons introduit les technologies du groupware et en particulier les workflow en évoquant les systèmes de gestion des workflow. Cette nouvelle technologie, appréhende les systèmes d'information par une nouvelle approche qui est l'approche par les processus qui mérite d'être développée qui est l'objet du chapitre prochain.

Chapitre

II

**L'approche par les processus dans les  
systèmes d'information**

### **Introduction :**

L'approche de l'organisation est profondément modifiée par la vision processus. Celle-ci a d'abord touché la production industrielle avec la théorie du juste à temps et s'est ensuite étendue à toutes les activités avec les principes de la qualité totale. L'approche par les processus, telle que normalisée par ISO9000 ou appliquée par ISO10006 pour la gestion des processus uniques, conduit à une représentation d'une organisation ou d'un projet sous forme d'un système de processus. [Morley& al 2006]

Le terme *processus* vient du latin et signifie littéralement «aller de l'avant ». Dans un usage général, il évoque l'idée d'une marche progressive, souvent selon un plan déterminé à l'avance.

Cette idée de plan a été reprise depuis longtemps dans les systèmes d'information. Dès les années 70, dans sa **méthode** BSP (Business System Planning) pour la planification des systèmes d'informations, IBM définissait un **processus** de gestion comme un ensemble organisé d'activités pour la production d'un résultat. La **méthode** Merise a considéré le **processus** comme la réaction de l'entreprise à un type d'événement. Plus récemment, le courant de la reconfiguration des **processus** définit le **processus** comme un ensemble finalisé d'activités, orienté vers la production d'un résultat représentant une valeur pour un client.

Le terme « **processus** » occupe de plus en plus une place importante dans le discours traitant des systèmes d'informations, de la modélisation et de l'ingénierie des systèmes en général. Les **processus** deviennent l'élément fondamental pour l'analyse, et ce, quel que soit le domaine traité.

Dans ce chapitre, nous allons d'abord définir un processus d'une manière générale, évoquer les différents types de processus qui existent en spécifiant particulièrement les processus informationnels constituant le système d'information. Ensuite, nous allons présenter l'identification des processus dans une organisation. Parmi ces processus identifiés, nous allons nous intéresser à ceux qui sont collaboratifs constituant les systèmes d'information collaboratifs selon l'approche processus. L'automatisation de ces SI revient à celle des processus les constituants. Cette dernière donne naissance à un workflow. Etre candidat au workflow nécessite d'être modélisé ceci nous conduit donc à étudier la modélisation dans les processus en présentant la démarche générale de modélisation des processus. Cette dernière nous conduit à étudier la modélisation dans les méthodes existantes et parmi elles nous présenterons des méthodes de conception, des langages et des notations ceci est dans le but

d'étudier la manière dont chacune appréhende cette étape. Pour modéliser un processus, il est impératif de recueillir toutes les connaissances le concernant ceci implique donc l'introduction de l'acquisition des connaissances et l'ingénierie des exigences pour ainsi décrire le processus et ses objectifs. La description des processus nous a montré que pour certains d'entre eux, il est difficile de leur faire la modélisation car ils ne sont pas clairs et leurs acteurs n'arrivent pas à décrire clairement l'enchaînement de leurs tâches ceci donc va nous inciter à évoquer les processus peu ou pas du tout formalisés. Ceci nous va nous conduire à introduire la notion d'acquisition des connaissances en évoquant ses difficultés pour décrire un processus explicitement et clairement. Nous terminerons ainsi notre chapitre par une conclusion.

### 1. Définitions

Plusieurs définitions du terme processus sont présentées dans la littérature. Il est vrai que cette notion est suffisamment générale pour être utilisée dans différents domaines scientifiques ou applicatifs. L'étude de ces définitions permet d'avoir une idée claire de ce qui est désigné par un «processus».

Un processus reçoit des objets en entrée et leur ajoute de la valeur, par le moyen de ressources, tout en fournissant des objets de sortie (produits/services) remplissant les besoins et les exigences d'un client (atteindre les objectifs) internes ou externes à l'entreprise. Il ne peut être déclenché que par des événements internes et/ou externes à l'entreprise, c'est-à-dire des changements d'état de composants du système.

Chaque processus est en communication avec d'autres et peut être décomposé en sous processus.

Pour appuyer ces définitions, [Levan 1999] a défini un processus comme étant " *Un ensemble d'activités ayant un déclencheur commun, reliées entre elles par des flux d'information ou de matière significatifs et qui se combinent pour fournir un produit matériel ou immatériel, important et bien défini que l'on peut rattacher à un client externe ou interne*".

[Saadoun 2002] a défini un processus comme étant " *un ensemble d'activités organisé en réseau de manière séquentielle ou parallèle, combinant et mettant en œuvre de multiples ressources, des capacités et des compétences pour produire un résultat (out put) ayant de la valeur pour un client externe. C'est aussi une série d'étapes (activités) destinées à livrer un produit matériel ou immatériel (service)* ".

- **Activité :**

Une activité est " *un ensemble de tâches élémentaires réalisé par un individu ou un groupe, par une machine ou un groupe de machines, avec un objectif bien précis (out put commun aux tâches)* ".

Une activité transforme des entrées en sorties par l'influence d'objets de contrôle et en utilisant les ressources requises et disponibles pendant une durée bien définie.

- **Tâche :**

Une tâche est "une opération, un travail à accomplir, par exemple, écrire une note, répondre au téléphone, préparer une commande, vérifier un tarif, mettre à jour un fichier ... Les tâches élémentaires servent à préciser le contenu d'une activité ".

Il faut préciser donc qu'une tâche est exécutée par un seul acteur.

A partir de ces définitions, nous pouvons dire donc qu'un processus d'entreprise peut être défini en tant qu'un enchaînement d'activités corrélées ou interactives.

Un processus est toujours transversal à la structure organisationnelle classique basée sur une division fonctionnelle et une pyramide hiérarchique.

- Un processus a toujours un output parfaitement défini ;
- Un processus a toujours un client interne ou externe à l'entreprise ;
- Un processus peut toujours s'identifier par un facteur de déclenchement commun à toutes ses activités.

Les activités ne sont pas isolées. Elles se combinent en chaînes ou en réseaux dotés d'un objectif commun : réaliser un produit fini ou semi-fini dans le contexte d'un processus lui-même finalisé par un produit attendu par un client interne ou externe.

Une activité est un ensemble de tâches élémentaires. Par exemple l'enregistrement d'une fiche client n'est pas une activité mais une tâche. D'une façon générale, les tâches élémentaires ont les caractéristiques suivantes :

- Les tâches sont réalisées par une personne ;
- Les tâches font appel à des compétences et des savoir-faire spécifiques.

Après avoir déterminé les éléments de base entrant en jeu dans la définition d'un processus, la question qui se pose à ce stade est : Quels sont les différents types de processus?

## 2. Typologie des processus :

Etant donnée la diversité des activités d'une entreprise, il est concevable d'adapter une forme de typologie des processus liée à la nature de leurs activités. Selon [Saikali 2001], les trois types de processus de base des entreprises sont :

- **Les processus matériels :**

Processus se caractérisant par la manipulation, l'assemblage, la livraison, la transformation, la mesure et le stockage d'objets physiques. Ces processus sont liés à des activités manuelles ou automatisées. Il ne s'agit pas d'activités administratives ou intellectuelles.

- **Les processus informationnels :**

Les processus informationnels sont liés à des activités automatisées (exécutées par ordinateur) ou semi automatisées (accomplies par des humains en interaction avec des programmes). Ces activités créent, traitent, gèrent et fournissent de l'information. L'infrastructure de base des processus informationnels est fournie par des systèmes d'information de l'entreprise, tels que les systèmes de gestion de bases de données, les systèmes de gestion de transactions,...etc.

- **Les processus métiers :**

Un processus métier est un processus qui représente une collection d'activités consommant des entrées (matériel, finances, données) et délivrant un ou plusieurs résultats à orientation économique. Un processus métier représente la façon dont le travail est réalisé et se situe au niveau conceptuel plus élevé que les deux autres types de part son orientation économique. Il existe deux catégories de processus métier (dit aussi : processus d'entreprise) :

Ces processus métiers peuvent être de deux types différents :

- **Les processus opérationnels (processus principaux) :**

Les processus opérationnels correspondent aux activités principales et distinctives de l'entreprise et concernent généralement la vente et la production de ses produits et/ou services. Ces processus sont directement visibles de l'extérieur de l'entreprise ; ils sont présentés aux clients et sont donc très important car ils sont visibles. Comme exemple « ouverture d'un compte bancaire ». Certaines activités contribuent directement à fournir les produits matériels ou immatériels, porteurs de fonctionnalités pour les clients de l'entreprise. Ces produits, directement soumis au jugement de valeur

du marché auquel ils sont destinés, sont porteurs immédiats de valeur pour le client. Voir certains processus de flux financiers.

- **Les processus de support (processus secondaires)**

Les processus de support correspondent aux activités de soutien de l'entreprise. Ces processus concernent généralement la circulation des flux d'information et de matière, la maintenance, les achats, la recherche et le développement, les ressources humaines et la communication. Ces processus sont internes à l'entreprise ils ne sont pas visibles de l'extérieur. Ils fournissent cependant le support nécessaire aux processus métiers pour l'exécuter. Un exemple de processus support « développement d'un système informatique ». Cette typologie est essentielle pour la sélection des processus impliquant directement la stratégie et la performance globales de l'entreprise.

Une autre forme de typologie, intéressante pour les démarches de management par les activités, consiste à distinguer les processus récurrents appelés processus répétitifs, des processus projets appelés aussi processus spécifiques. [Levan 2000]

- **Les processus récurrents :**

Les processus dits « récurrents » réalisent dans des cycles de temps relativement faibles par rapport aux cycles de gestion normaux, des produits plutôt standardisés et routiniers dont les volumes sont suffisamment importants pour que l'entreprise ne soit pas sensible à la qualité de chaque unité produite. C'est le cas des processus courants de production de sortie, de facturation et de recouvrement.

- **Les processus de projets :**

Les processus de projets présentent à l'opposé, des résultats fortement personnels. Chaque produit pris individuellement a une importance significative pour l'entreprise et sa durée de réalisation est généralement très importante par rapport aux cycles de gestion normaux. C'est le cas des processus de conception et de développement de nouveaux produits, des processus de vente par affaires importantes et individualisée, des processus d'investissements lourds, de mise en place d'infrastructures ou de changement majeur d'organisation.

Dans cette thèse nous nous intéressons aux processus informationnels qui consistent en la manipulation des informations.

De fait, une modalité particulière de pilotage de processus apparaît. Cette dernière nécessite ainsi l'identification des processus dans une organisation.

### **3. Identification des processus d'entreprise :**

Il existe plusieurs manières de cartographier (identifier) les processus d'une organisation. Cela dépend des enjeux et des priorités stratégiques de celle-ci.

Découper une organisation en processus revient à identifier des chaînes d'activités transversales méritant d'être optimisées et pilotées en priorité. On doit donc définir des liaisons entre ces activités en fonction des besoins de communication, de coopération et de coordination essentiels à la performance. Pour cela, l'identification des processus est une tâche qui doit être réservée aux dirigeants; car eux ont la connaissance de leur politique de travail (par exemple: privilégier la qualité de produit, le mode de commercialisation ou le coût de fabrication, ...etc.).

Une bonne cartographie de processus est le résultat :

- ✚ D'un arbitrage intelligent;
- ✚ D'une démarche interactive avec les acteurs opérationnels;
- ✚ D'une volonté d'agir en profondeur sur l'organisation de l'entreprise.

Une approche pragmatique consiste à dresser une liste des processus "majeurs et structurants". Cette liste doit préciser : le processus, le ou les produits du processus, le ou les clients du processus, et les acteurs opérationnels du processus.

Tel que :

**Processus** : désigne le nom du processus ;

**Produits** : désigne les résultats issues de l'exécution du processus;

**Clients** : désigne les bénéficiaires du produit;

**Acteurs opérationnels** : désigne ceux ou ce qui exécutent le processus (un acteur opérationnel peut être un Homme ou une machine).

Dès lors que l'entreprise est perçue comme un gigantesque réseau d'activités en interaction et regroupées en processus identifiés comme univers de pilotage et plus globalement de management, on peut se poser la question de savoir quels sont les processus prioritairement candidats au workflow.

#### 4. Processus candidat au workflow :

Parmi tous les types de processus " actionnés " dans l'entreprise, ce sont les processus métiers qui sont les premiers candidats au workflow. Un processus métier a pour objectif la création de valeur pour le client (la valeur est en fait le jugement du marché, c'est à dire des clients, sur les prestations portées sur les produits offerts). Un processus métier est décrit par des activités, des rôles et des interactions traduisant différentes formes de communication de coopération et de coordination.

Comme un workflow automatise les procédures formelles de travail et améliore la communication officielle de l'entreprise donc il faut obtenir des procédures formelles. Ces dernières impliquent qu'il est impératif de formaliser tout processus candidat au workflow en explicitant clairement ses différentes étapes, les intervenants au niveau de chaque étape en utilisant la modélisation graphique qui par définition attire l'être humain et l'aide mieux à comprendre le déroulement de tout processus.

### **5. Modélisation des processus :**

Avant de définir la modélisation d'un processus, il est intéressant d'évoquer les raisons de modéliser l'activité de l'entreprise qui sont les suivantes :

- Expliquer son fonctionnement (approche dynamique par rapport à la statique de l'organigramme) ;
- Concevoir son système d'information (intégrant les objectifs, les besoins, son fonctionnement en interactions avec l'environnement);
- Mettre en évidence ses risques d'origine interne (dysfonctionnements générés par son propre processus) et d'origine externe (par l'interaction de son système plongé dans un environnement);
- Réfléchir à des changements de son organisation (support de diagnostic, outil thérapeutique de remède aux défaillances détectées et de pronostic pour les investisseurs et assureurs);
- Concevoir sa stratégie (éclairée d'une compréhension des mécanismes d'interaction avec son environnement administratif, financier, social, technique et culturel) pour repositionner l'entreprise dans cet environnement.

L'approche sera différente selon la culture et les objectifs des responsables, l'éclairage sera fonction des sous-systèmes repérés tels des acteurs responsables (l'équipe dirigeante), des domaines d'activité (les fonctions par nature), des processus (la chaîne des actes de l'entreprise, les tenants et aboutissants),

Par ailleurs, l'informatique a connu des succès impressionnants dans de nombreux domaines notamment dans toutes les opérations reposant sur la modélisation.

Aujourd'hui, de nombreux travaux, notamment ceux des organismes de standardisation tel que l'OMG, convergent dans la recherche de méthodes et d'outils facilitant la modélisation,

l'échange inter-modèles, l'automatisation de la transformation des modèles d'un niveau à l'autre et ce en cherchant à les rendre indépendants des plateformes matérielles et à normaliser les formalismes utilisés et les processus de modélisation.

Avant de faire l'étude de ces méthodes, nous allons d'abord évoquer la définition de la modélisation.

### **5.1. Modèle et modélisation :**

La modélisation consiste à représenter graphiquement le fonctionnement d'un Système. Elle dépend plus de l'idée que l'observateur se fait du système que de sa complexité réelle. [Levan 2000].

Le terme « modélisation » est souvent employé comme synonyme d'analyse. C'est-à-dire de décomposition en éléments simples, faciles à comprendre. En informatique, la modélisation consiste tout d'abord à décrire un problème, puis la solution de ce problème. Traditionnellement, ces activités s'appellent respectivement « analyse » et « conception ».

Pour comprendre clairement un problème posé au niveau d'une réalité, il est intéressant de représenter concrètement cette réalité sous forme d'un modèle ce qui va faciliter l'analyse et la détection des anomalies et proposition de solutions. Après analyse de ces dernières, une solution est retenue. Elle est impérativement suivie d'une conception qui consiste en premier lieu en la modélisation de la solution retenue est donc obtention d'un modèle de conception de la solution retenue.

Différentes définitions ont été données au concept « modèle » mais elles gravitent toutes autour d'une même signification, à savoir qu'un modèle est une structure logique, mathématique ou graphique, représentant une partie de la réalité et utilisée pour rendre compte d'un ensemble de phénomènes qui, bien que n'ayant pas de lien de causalité univoque, possèdent entre eux certaines relations. Il ressort également que la notion de *modélisation* s'applique à toute représentation ou transcription abstraite d'une réalité concrète, quelle que soit la forme, physique ou abstraite, ou le langage utilisé (littéral, graphique ou mathématique) et ce chaque fois qu'il est nécessaire d'obtenir une représentation du réel simplifiée pour le rendre plus intelligible.

Dans [Jacobsen& al 2001] un modèle est défini comme une simplification de la réalité, ce peut être un plan détaillé, mais également plus général qui donne une vue d'ensemble du système concerné.

Un bon modèle inclut les éléments qui revêtent une grande importance et laisse de côté ceux qui sont inutiles au niveau d'abstraction choisi.

Pour mettre en évidence le rôle d'un modèle, nous avons pensé aux jeux, tels que celui des échecs.

Nous savons que nous avons besoin d'une stratégie ou d'un plan pour bien mener les opérations. Un mauvais plan est mieux que « pas de plan ». Durant le jeu, tout ne se passe pas comme prévu mais un plan permet de nous diriger dans la bonne direction et de pouvoir prendre une décision facilement. Un joueur habile peut changer partiellement ou totalement son plan pour s'adapter à une nouvelle situation, peut opter pour une alternative et peut également anticiper sur les possibilités de son rival.

Le modèle de processus agit comme un plan de conduite du processus en termes de prise de décision dans le choix des buts prioritaires, dans l'obtention des ressources nécessaires pour une activité donnée, dans les négociations avec les partenaires, etc. Il sert également comme description de la façon dont le processus est exécuté et de support pour introduire les changements et les améliorations dans les processus tels que la réduction des coûts, la réduction des délais, l'amélioration de la qualité des produits et des services. Un modèle de processus peut aussi servir à anticiper et prévoir les changements nécessaires pour maintenir le niveau de la compétitivité. Il est évident qu'un modèle ne peut fournir toutes les réponses désirées mais, comme pour le joueur, il constitue une stratégie élémentaire et incontournable d'action et de conduite.

### **5.2. Objectifs :**

On modélise pour une raison essentielle, les modèles permettent de mieux comprendre le système que l'on développe.

La modélisation permet d'atteindre les objectifs suivants :

1. La modélisation nous aide à visualiser un système tel que nous voudrions qu'il soit ;
2. Les modèles permettent de préciser la structure ou le comportement d'un système ;
3. Les modèles fournissent un canevas qui guide la construction d'un système ;
4. Les modèles permettent de documenter les décisions prises.

Dans le cadre d'un projet de Workflow, la modélisation de processus s'utilise aux fins [Levan 2000] :

- de clarification, les acteurs prennent le recul et se centrent sur la simplicité des processus pour échapper à la complexité des contenus et en avoir une vision globale;

- d'évaluation des améliorations à apporter en élaborant un processus cible ;
- de compréhension à fin que les acteurs aient une vision précise du mécanisme des interactions entre les activités ;
- de changement, car elle sert à déclencher une décision de changement organisationnel ;
- de préparation de la définition des processus dans le produit de workflow. Cette définition est la première tâche de l'implémentation de workflow.

L'histoire de la modélisation dans tous les domaines technologiques est riche et l'expérience acquise nous dicte quatre principes de base : [Jacobsen& al 2001]

**1-** Le choix des modèles a créé une très forte influence sur la manière d'aborder un problème et sur la nature de sa solution ;

C'est-à-dire les modèles doivent être choisis avec soin car, s'ils sont bons, ils feront ressortir les problèmes de développement les plus ardues et apporteront un éclaircissement inespéré, alors s'ils sont mauvais, ils détourneront l'attention des développeurs à des questions fondamentales.

**2-** Tous les modèles peuvent avoir différents niveaux de précision ;

C'est-à-dire les meilleurs modèles sont ceux qui laissent le choix du niveau de détail, en fonction du point de vue envisagé et du besoin qui le motive. Un analyste ou un utilisateur final se concentrera sur les fonctions, alors qu'un développeur mettra l'accent sur leur réalisation. Tous veulent visualiser le système avec une précision variable et à des phases de développement différentes.

**3-** Les meilleurs modèles ne perdent pas le sens de la réalité ;

C'est-à-dire il est préférable de disposer de modèles qui restent en contact avec la réalité et de savoir exactement quand ils s'en éloignent et de quelle manière ils se dissocient du réel. Toute modélisation simplifie la réalité, mais ces simplifications ne doivent dissimuler aucun détail important.

**4-** Parce qu'aucun modèle n'est suffisant à lui seul, il est préférable de décomposer un système important en un ensemble de petits modèles presque indépendants. C'est-à-dire de faire en sorte que ces modèles soient simplement « presque indépendant » c'est le plus important. En effet, cela signifie qu'ils peuvent être construits et étudiés séparément, mais qu'ils doivent garder une dépendance.

Ces principes de modélisation sont intéressants dans toute modélisation d'une réalité quelque soit son approche (par les entrées, par les sorties, orienté objet, ect.). Dans le cadre de cette thèse, l'approche appréhendée est celle par processus. Pour cela nous allons étudier la modélisation d'un processus.

### **5.3. Modélisation d'un processus [Levan 2000] :**

➤ La modélisation des processus vise tout d'abord à représenter sous forme graphique le fonctionnement de l'entreprise en utilisant un langage spécifique.

Il est important d'arriver à une modélisation qui soit suffisamment pertinente pour qu'on puisse se baser sur elle que ce soit dans la démarche d'amélioration du processus ou dans la démarche d'implémentation de workflow. Le travail de modélisation de processus est un travail purement organisationnel qui génère une valeur propre, même sans application informatique. La connaissance et la compréhension de ce qui se fait au quotidien dans une entreprise, comment ? Et pour qui ? Sont très importantes pour l'équipe dirigeante.

La modélisation d'un processus inclut la modélisation des actions accomplies et des règles qui régissent leur coordination. Les éléments de base pour la modélisation de processus sont :

- L'activité qui symbolise une étape du processus;
- Le rôle qui accomplit l'activité ;
- La route (ou chemin) qui représente les transitions entre les activités.

Pour atteindre ses objectifs, une entreprise doit s'organiser de telle sorte que les facteurs techniques, administratifs et humains qui influencent la qualité de ses produits et services soient sous contrôle. Afin de réaliser les objectifs définis par la politique de qualité de l'entreprise il faut développer et implémenter une solution de workflow. Cette implémentation se fait sur la base de la modélisation des processus, qui vise à représenter sous forme graphique, en utilisant un langage spécifique, le fonctionnement d'un système complexe.

Cependant, la prolifération de méthodes et d'outils ne facilite guère le choix. Les questions ne manquent pas. Qu'est ce que la modélisation dans un processus workflow ? Quelles sont les méthodes et techniques utilisées pour la réaliser ? Quels sont les formalismes de représentation graphique ? C'est à ces questions que nous allons essayer de répondre dans ce qui suit.

### **5.3.1. Activité de modélisation d'un processus dans un projet de Workflow:**

Il n'y a pas de modélisation possible sans objectif mesurable. L'expérience montre toujours que les projets lancés sans objectif avec uniquement une intention d'améliorer une situation aboutissent souvent à des résultats sans consistance. L'objectif doit être considéré comme une cible.

- La première étape de l'activité de modélisation consiste à réaliser un « modèle descriptif » du processus considéré : il s'agit tout simplement de décrire le fonctionnement existant, de formaliser ce qui se fait réellement et non ce qu'il faudrait faire.
- La deuxième étape consiste à réaliser des simulations successives qui serviront de base de réflexion et d'action à l'étape suivante.
- La troisième étape de la modélisation consiste à identifier et analyser les dysfonctionnements actuels du processus d'une part, et rechercher les solutions permettant de se rapprocher, voir d'atteindre les objectifs fixés d'autre part. Pour vérifier les solutions proposées, l'équipe de projet peut réaliser de nouvelles simulations et comparer les résultats obtenus avec les objectifs fixés.

Au cours de cette étape, on obtient un « modèle normatif » qui exprime l'objectif du processus et montre son fonctionnement futur c'est le modèle complémentaire du modèle descriptif.

Ce modèle normatif n'est que la modélisation graphique du futur processus à traduire en objets informatiques pour être orchestrés et exécutés par un moteur workflow. Le schéma suivant nous montre les étapes de modélisation par lesquelles passe un processus avant d'être présenté pour être exécuté par un moteur workflow.

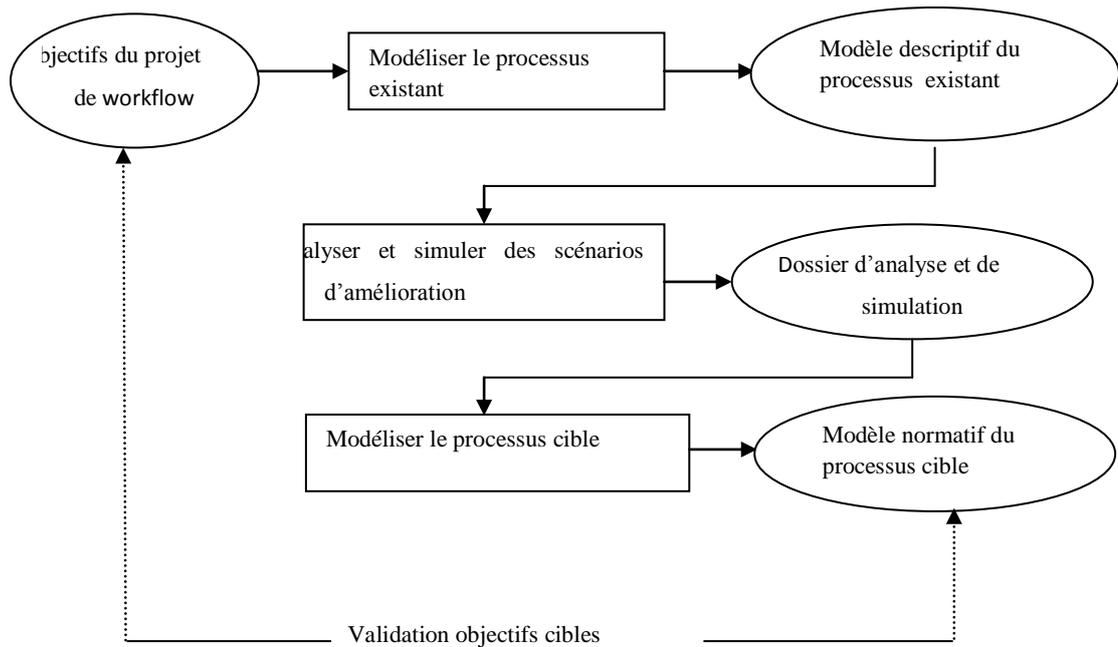


Figure II. 1 Démarche générale de modélisation de processus.

Les trois grandes étapes peuvent être explicitées comme suit :

□ **Modélisation descriptive du processus existant :**

La première étape de l'activité de modélisation consiste à réaliser un « modèle descriptif » du processus considéré : c'est la description du fonctionnement de l'existant. Cette description doit mettre en évidence les situations réelles de travail et de communication. Cela doit permettre aux membres de l'équipe de projet d'avoir une vision globale du processus représenté schématiquement par une succession d'étapes (ou d'activités) clés.

Cette modélisation ne doit pas uniquement décrire les activités et leur circuit, mais également prendre en compte les relations entre les acteurs.

□ **Analyse et simulation des scénarios d'amélioration :**

La deuxième étape consiste à réaliser des simulations successives qui serviront de base de réflexion et d'action à l'étape suivante. Les résultats de la simulation permettent de prendre des décisions et surtout de poser les questions suivantes :

- Que peut-on optimiser : les coûts, les délais ?
- Comment améliorer la qualité du processus et, par la suite, la qualité de produit ?

- Modéliser le processus cible : Cette troisième étape de la modélisation consiste à identifier et à analyser les dysfonctionnements actuels du processus d'une part, et à rechercher des solutions permettant de se rapprocher, voire d'atteindre les objectifs fixés du workflow.

Pour vérifier les solutions proposées, l'équipe de projet peut réaliser de nouvelles simulations et comparer les résultats obtenus avec les objectifs fixés. Au cours de cette étape, on obtient un « modèle normatif » qui exprime l'objectif du processus.

Pour accomplir la modélisation d'un processus deux approches de modélisation sont utilisées. Nous allons essayer de les évoquer dans ce qui suit.

### **5.3.2. Approches de modélisations :**

La modélisation est l'étape préalable à la mise en œuvre d'un workflow, et pour la mener à bien, cette dernière peut s'élaborer selon deux approches :

- ✚ L'approche fonctionnelle centrée sur les activités;

Ou bien

- ✚ L'approche relationnelle centrée sur les rôles.

- **L'approche fonctionnelle centrée sur les activités :**

La plus part des méthodes de modélisation existantes reposent sur cette approche. Schématiquement cela consiste à dresser tout d'abord la liste des tâches puis celle des personnes qui les réalisent. Le principal mécanisme de coordination sollicité repose sur la standardisation des procédés. Elle s'articule autour des objectifs de production de groupe, le processus est décrit en termes d'activités, d'input et d'output (objet entrant ou généré) de règles et de procédure, de lien entre les activités. Son objectif est d'améliorer la performance du processus au niveau de la qualité des produits, des délais et des coûts.

- **L'approche relationnelle centrée sur les rôles :**

Cette approche centrée sur les rôles, permet de renforcer le groupe en tant que système social. Le processus est décrit comme un réseau de relations entre les acteurs impliqués dans des actions regroupées en processus. Le mécanisme de coordination appliqué repose sur la standardisation des compétences c'est-à-dire des savoirs et des savoir-faire, plus rares sont les

méthodes qui reposent sur la modélisation des processus centrés sur les rôles. L'objectif de cette approche est de créer une dynamique de groupe, elle permet également de mettre en place une base de connaissance pour gérer " l'intelligence humaine ".

- **Les éléments de modélisation d'un processus :**

Quelque soit la technique de modélisation adoptée, elles font toutes appel à une symbolique, qui doit être adaptée au contexte et comprise par tous ceux qui auront à l'utiliser.

Les éléments à représenter sont généralement :

- ✚ l'étape initiale du processus (déclencheur), qui définit les résultats à atteindre et lance le processus;
- ✚ les entrées de produit ou flux d'information et les sorties ou résultats d'une transformation;
- ✚ les acteurs qui opèrent des transformations à partir de ce qu'ils reçoivent et qui transmettent les résultats à d'autres acteurs;
- ✚ Les actions, activités ou opérations qui qualifient le type de transformation à effectuer;
- ✚ La nature des flux (interactions) émis ou reçus;
- ✚ Les limites de processus et des sous processus analysées : début et fin processus.

Pour accomplir la modélisation d'un processus, des outils sont utilisés. Le choix d'un outil se base sur l'étude de ses caractéristiques.

#### **5.4. Caractéristiques d'un outil de modélisation : [Oryx 2003]**

Pour pouvoir dire qu'un outil de modélisation répond aux besoins de modélisation de processus workflow, il existe certains critères à remplir et qui sont les suivants :

- **Les critères concernant la modélisation des processus :**
  - **Description d'un processus :** description du processus dans son contexte avec ces différentes étapes qui peuvent être un sous processus ou une activité (étape élémentaire) ;

- **Gestion des sous processus :** Un processus peut se décomposer en sous processus (principe de l'approche descendante (top down) ;
- **Réutilisation :** Un sous processus ou une activité peut être réutilisé dans plusieurs autres processus ;
- **Gestion des états :** Une activité est une transformation, dans ce contexte la description de l'état de la matière ou de l'information avant et après transformation doit pouvoir être effectuée (y compris les états en cas d'erreur de traitement) ;
- **Gestion des événements du début et de la fin du processus :** Description des conditions de déclenchement d'un processus et description des conditions de finalisation d'un processus.
- **Les critères concernant la modélisation des activités :**
  - **Description des activités :** Une activité métier doit être décrite en terme d'objectifs métier mais cette description doit permettre de décomposer les transformations élémentaires que cette dernière réalise ;
  - **Condition d'exécution d'une activité :** Possibilité de définir les conditions d'exécution d'une activité (coûts, délais ...etc.) en fonction des variables d'exécution ;
  - **Gestion des événements :** Description des conditions de déclenchement d'une activité et description des conditions de finalisation d'une activité ;
  - **Gestion documentaire :** Possibilité d'assigner des documents à une activité métier ;
  - **Gestion des critères de Performance :** Pour mettre en œuvre un suivi de performance d'un processus, il est important d'attacher à chaque activité des critères de mesure de la performance (coûts, délais, qualité ...etc.).

- **Les critères concernant la modélisation des ressources :**
  - **Utilisation des ressources :** A chaque étape de transformation, une ou plusieurs ressources (homme, machine, système) sont utilisées par les activités. Ce sont elles qui exécutent les opérations requises par les activités ;
  - **Mode de consommation des ressources :** Pour chaque étape de transformation une ou plusieurs ressources sont sollicitées. Un association entre les ressources et les activités décrivant le mode de consommation doit pouvoir être réalisée (quantité, gestion des conflits ...);
  - **Description des ressources :** Une ressource doit pouvoir être typée (système, homme, machine) et décrite (capacité, fiabilité, localisation...);
  - **Décomposition des ressources :** Une ressource doit pouvoir être décomposée (ex une entreprise se décompose en département qui se décompose en service ...etc.).
- **Les critères concernant la modélisation des transitions et des opérateurs :**
  - **Transition et opérateur d'enchaînement :** Ces éléments permettent de décrire ...le séquence ment des activités ;
  - **Gestion des règles de déclenchement :** Une activité ou un processus peut être déclenché par une occurrence d'évènement (ex l'activité 1 démarrera si l'évènement1et évènement 2 ont lieu).Une activité peut être déclenché par un processus de plus haut niveau ;
  - **Règle de mise en séquence :** Il existe plusieurs type de règle de mise en séquence, forcé (quelque soit le résultat de l'activité précédente) conditionnelle en mode synchrone ou asynchrone (en fonction de l'état de terminaison de l'activité précédente) avec la possibilité d'utiliser des opérateurs AND ou OR ou XOR pour les séquences non ordonnées, partielles ou exclusives ;

- **Les règles de synchronisation :** La terminaison de plusieurs activités est nécessaire pour en débiter une autre ;
- **Les règles de bouclage :** Une ou plusieurs activités doivent boucler jusqu'à la réalisation d'un événement ou d'une condition donnée.
- **Les critères concernant la modélisation de la communication et la synchronisation :**
  - **Gestion des types de communication entre activités :** Les types de communication entre activités doivent être décrits (send, receive, request, broadcast, acknowledge) ;
  - **Gestion des types de synchronisation :** Les types de synchronisation entre activités doivent pouvoir être décrits (synchronisation par événement, par envoi de message, par flux d'objet ou de matière, par les ressources en fonction de leurs disponibilités).
- **Les critères concernant la documentation de La modélisation :**
  - **Génération de documentation :** Capacité à générer des rapports personnalisés (.doc ou html) ;
  - **Gestion de portail :** Prise en charge de la gestion d'un portail de description des processus et des modes opératoires fins.
- **Les critères de gestion du projet de modélisation :**
  - **Gestion de version :** Capacité à gérer les versions de modèle ;
  - **Gestion des droits utilisateurs :** Capacité à affecter des droits en fonction des modèles, des domaines fonctionnels.

Pour répondre à ces critères de modélisation, on trouve des normes de modélisation et des notations que nous pouvons englober dans ce que nous appelons les méthodes existantes de modélisation des processus.

## 6. Modélisation des processus dans les méthodes existantes :

Les techniques de modélisation font appel à un formalisme qui doit être adapté au contexte et compris par tous.

Généralement on représente : [Levan 2000]

- L'état initial du processus;
- Les entrées des produits et les résultats d'une transformation ;
- Les opérations qualifiant le type de transformation ;
- La nature du flux (émis ou reçu) ;
- Sans oublier de préciser le début et la fin des processus.

Pour être exhaustif dans la détection des manques engendrés par les techniques de modélisation des processus ainsi donc y remédier, il est important d'étudier les différentes classes de méthodes disponibles tant dans le monde de l'entreprise que dans le milieu académique et de voir dans quelle mesure celles-ci sont à même de modéliser les processus d'une organisation. Cependant, compte tenu du nombre important de méthodes existantes et de la difficulté (matérielle) de pouvoir toutes les étudier, nous nous sommes limités à l'étude d'un certain nombre, représentatives de quatre domaines d'application différents. Ces domaines concernent particulièrement la mise en place de systèmes de bases de données, la conception objet, la représentation structurée, la modélisation d'organisation. Ces techniques de modélisation graphiques de processus, peuvent être des méthodes, des langages de représentation ou d'outils informatiques intégrés. Parmi ces méthodes, nous trouvons donc MCX, SADT, les réseaux de pétri, UML, OSSAD, STRIM, RAD et BPMN. Nous estimons que cette liste de techniques (méthodes, langage, et notation) est représentative des différentes «écoles» de la modélisation de processus. Nous proposons dans ce qui suit une étude succincte de ces techniques ou méthodes.

### 6.1 La méthode MCX [Castellani 1987] :

La méthode MCX est dite « cartémique », car selon ses auteurs sa démarche consiste à appréhender un système d'information en applications. Ces dernières sont définies comme

étant des sous-systèmes d'information traitant des problèmes fortement dépendants liés les uns des autres, et indépendants des autres problèmes. Chaque application peut être considérée comme un processus. Pour sa modélisation graphique, MCX utilise un ensemble de symboles graphiques équivalents à ceux d'un organigramme.

Pour modéliser chaque processus, elle utilise la décomposition fonctionnelle. Pour détailler cette modélisation et mettre en évidence les rôles, les données nécessaires, elle utilise la décomposition organique. MCX est une méthode d'aide à la conception et au développement de Système d'Information couvrant toutes les phases du cycle de vie :

- ✚ Analyse des besoins ou étude préalable ;
- ✚ Conception : analyse conceptuelle et fonctionnelle ;
- ✚ Réalisation : analyse organique, programmation et préparation de tests.

### 6.2 La méthode SADT [Saikali 2001]

La méthode SADT (Structured Analysis and Design Technique) trouve ses racines dans le début des années 70. Son but est de permettre la modélisation et l'analyse d'activités en les décomposant hiérarchiquement, à l'aide d'une méthode et de formalismes standards, afin de faciliter la communication des différentes équipes de l'entreprise. Etant donné que cette décomposition est possible, alors on peut généraliser en l'appliquant aux processus de production des entreprises.

On distingue deux types de diagrammes : les « actigrammes » et les « datagrammes ».

- ✚ Un Actigramme est représenté par une boîte, identifiée par un verbe d'action. Il sollicite une entrée (une donnée) qui est transformée, modifiée ou changée d'état pour générer une ou plusieurs sorties.

Ce processus s'effectue suivant certains mécanismes et sous des directives de contrôle. Les données de contrôle ne sont pas modifiées par l'activité, par opposition aux données d'entrée.

Les mécanismes représentent les moyens de réaliser l'activité, le comment. Les flèches d'entrée, de sortie et de contrôle sont identifiées dans les datagrammes par des noms.

- ✚ Similairement, un diagramme de données (Datagramme) crée, à partir d'activité d'entrée (les activités génératrices), une donnée utilisée par l'activité de sortie. Le processus s'effectue sous l'influence d'activité de contrôle et en utilisant des mécanismes de support de la donnée. Les activités génératrices, utilisatrices et de contrôle sont identifiées par des verbes et la donnée par un nom.

SADT est une méthode d'analyse et de conception de système d'Information couvrant les étapes du cycle de vie comme suit :

- ✚ Analyse des besoins ;
- ✚ Conception ;
- ✚ Réalisation et validation du cycle de vie.

Le but de cette méthode est de fournir trois modèles se basant sur les diagrammes précédents :

- ✚ Le premier pour expliquer l'existant, c'est-à-dire les fonctions que le système remplit et les informations qu'il échange ;
- ✚ Le deuxième pour spécifier le système futur, fonctions devant être remplies et informations devant être échangées ;
- ✚ Le troisième pour spécifier le système idéal, les fonctions sont décrites de manière conceptuelle indépendamment de la manière dont elles sont, pourraient être et seront réalisées.

### 6.3. Les Réseaux de Pétri [Saikali 2001] :

Les réseaux de pétri s'expriment sous la forme de graphe orienté, composé de places, d'arcs et de transitions. Un réseau débute par une ou plusieurs places d'entrée et se termine par une ou plusieurs places de sortie. Entre les places sont positionnées les transitions. Les arcs relient les places aux transitions en entrée et les transitions aux places en sortie. Les arcs peuvent être munis de poids. La dynamique du système modélisée et représentée par la circulation d'un ou de plusieurs jetons entre les places. Le nombre de jetons étant défini par le poids de l'arc liant la transition à la place en sortie. Le passage de jeton d'une place à l'autre est soumis à la (aux)

condition(s) ou l'événement (aux événements) représenté(s) par la transition. Dès que la condition est vérifiée, la transition est mise à feu et les jetons peuvent circuler.

Selon les besoins du modèle et le domaine d'application, une place peut correspondre à une activité dans un processus. Les transitions quant à elles correspondent le plus souvent à des événements ou des conditions à vérifier. Elles peuvent cependant représenter des activités, en particulier si les places jouent le rôle d'événement.

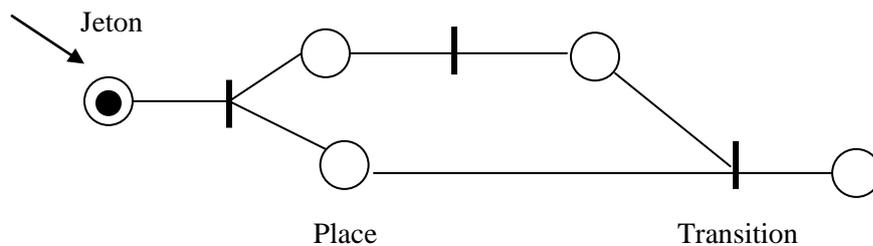


Figure II. 2: Réseaux de pétri.

Si un système est complexe, il peut être décomposé en sous systèmes. Chaque sous système est alors modélisé par un RdP. Le RdP du système complet est alors obtenu en assemblant les RdPs des différents sous systèmes. L'assemblage peut se faire selon deux approches :

1. Par fusion des places communes aux différents RdPs : cela traduit par exemple que les sous systèmes partagent des ressources ;
2. Par fusion des transitions communes aux différents RdPs : cela traduit par exemple que les sous systèmes évolue sous l'occurrence du même évènement.

Pour la modélisation graphique, les réseaux de pétri utilisent certains outils comme Tina (Time pétri net analyser). Tina est une boîte à outils pour l'édition et l'analyse des Réseaux de Pétri développée dans le groupe OLC du LAAS/CNRS. Cette boîte à outils inclut l'outil ND (NetDraw) qui est un éditeur textuel et graphique pour les Réseaux de Pétri. Tina inclut certains outils d'analyse comme simulateur qui permet une simulation pas à pas de Réseaux de Pétri. Cette simulation peut être effectuée en mode textuelle ou graphique. Tina inclut encore d'autres outils d'analyse comme structures (Analyse structurelle des réseaux de pétri), Plan (Analyse de chemins dans les réseaux de pétri temporels).

#### **6.4. Méthode STRIM [Levan 2000] :**

La méthode STRIM ( Systematic Technique for Role and Interaction Modeling) avec sa technique RAD ( Role Activity Diagram ) est considérée comme l'une des meilleures méthodes de modélisation des processus centrée sur les rôles et leurs interactions.

Cette méthode peut être résumée de la façon suivante :

- Fixer les objectifs de la modélisation ;
- Démarrer la modélisation avec des petits diagrammes RAD qui permettent de modéliser le processus en se focalisant sur le rôle de l'individu ;

Exemple : un comptable, un formateur, un acheteur, un service de formation...etc.

On identifie d'abord les rôles ensuite les activités exercées par ces rôles.

- Interviewer les responsables impliqués dans les processus étudiés;
- Construire le modèle afin de comprendre la manière dont les individus et les groupes communiquent dans les processus ;
- Préciser le rôle de chaque individu ;
- Analyser et faire valider le modèle ;
- Obtenir le modèle normatif du modèle cible.

La méthode STRIM avec sa technique RAD (Role Activity Diagram) est une méthode de modélisation centrée sur les rôles et leurs interactions. Elle considère un processus comme un ensemble de rôles en interaction et investis de responsabilités précises.

Les rôles peuvent représentés :

- des fonctions ou des unités organisationnelles : comptabilité, achat, etc. ;
- des postes de responsabilité : directeur qualité, directeur informatique, etc. ;
- des catégories de personnes : clients, fournisseur, acheteur, chef de projet, etc....

La méthode comprend sept étapes :

1. Fixer les objectifs de la modélisation pour construire le modèle normatif du processus cible.
2. Démarrer la modélisation avec de petits diagrammes RAD. Ce qui permet d'avoir une première liste des rôles impliqués dans le processus étudié.
3. Interviewer les responsables d'unités organisationnelles concernées par le processus ;
4. Comprendre comment les groupes collaborent dans le processus pour en construire le modèle.
5. Affiner ce modèle en précisant le rôle de chaque individu impliqué.
6. Analyser, modifier et faire valider le modèle ;

Obtenir le modèle normatif du processus cible qui servira de base de référence à l'implémentation de workflow.

#### **6.5. La méthode RAD (Rapid Application Development) :**

La méthode RAD est la première méthode de développement de logiciels où le cycle de développement est en rupture fondamentale par rapport à celui des méthodes précédentes. Ce nouveau cycle est qualifié d'itératif, d'incrémental et d'adaptatif.

L'objectif de la méthode RAD est de produire un système dont la charge et le délai du projet soient réduits, sans en sacrifier la qualité et qui répondent aux besoins des utilisateurs. Donc nous pouvons dire que RAD a les objectifs de produire des logiciels :

- Plus vite ;
- Mieux ;
- Et Moins cher.

RAD s'appuie sur quatre principes qui sont : Homme, outils, Méthodologie et Management.

- Pour le premier principe, le succès de RAD est obtenu grâce à la totale implication des personnes participantes ;

- Pour le deuxième principe, le succès de RAD dépend de la mise en œuvre d'outils performants et automatisés ;
- Pour le troisième principe, le management de RAD doit être actif et dynamique pour réduire les risques d'allongement des délais des cycles de développement, les incompréhensions et les échéances non respectés ;
- Pour le quatrième principe, pour développer plus vite, mieux et moins cher RAD s'appuie sur une méthodologie formelle et des techniques très opérationnelles.

RAD est une méthodologie précise qui permet de développer un système par modifications successives du prototype de départ. Les utilisateurs sont pleinement impliqués et participent à de nombreux ateliers permettant d'orienter et de valider le développement.

La technique RAD couvre le cycle de vie formé de : initialisation, expression des besoins, la conception, la construction d'un prototype complet et validé, et la mise en œuvre correspondant à la livraison du logiciel du nouveau système.

### **6.6. La Méthode OSSAD [Levan 2000] :**

OSSAD est une méthode de modélisation de système d'information et d'organisation ouverte et standard. Elle a été développée dans le cadre d'un projet de recherche européen et il existe quelques outils la supportant, dont OSS@D Process Design.

La méthode OSSAD (Office Support System Analysis and Design) permet de définir de quelle façon, la circulation des informations et les objectifs à atteindre sont représentés ainsi que la description avec précision de l'ensemble des moyens (humains et technologiques).

OSSAD résulte d'un projet de recherche européen mené de 1985 à 1989 dans le cadre du programme ESPRIT. Cette méthode ouverte et non-proprétaire a pour but de gérer les problèmes organisationnels amenés par l'arrivée massive de la technologie dans les bureaux (bureautique).

Elle repose sur trois modèles et plusieurs représentations graphiques :

- Modèle abstrait

Le modèle abstrait permet d'exprimer les objectifs d'une organisation et la représente en termes de fonctions (par exemple marketing, finance, production) et de paquets d'information qui

circulent entre ces fonctions (par exemple statistiques, contrats).

Les fonctions peuvent se décomposer en autant de sous-fonctions que nécessaire pour représenter une organisation, et les fonctions non décomposées sont appelées activités.

- **Modèle descriptif**

Le modèle descriptif décrit les moyens humains et les ressources technologiques d'une organisation. Il la représente en terme de procédures (manière de réaliser une activité) et des différentes opérations nécessaires à leur accomplissement, ainsi qu'en termes de rôles (qui participent à quelle activité), d'outils et de ressources.

Il se compose de trois types de formalismes graphiques : les matrices activités-rôles, les graphes de circulation des informations qui décrivent la communication entre rôles (graphe de rôles) et entre procédures (graphe de procédures), ainsi que les graphes des opérations d'une procédure.

- **Modèle prescriptif**

Avec ce troisième type de modèle on cherche à préciser les détails des systèmes techniques et organisationnels, de façon à faciliter le dialogue avec les fournisseurs de matériels et de logiciels.

Il s'agit de préciser en particulier les interfaces utilisateurs, l'ergonomie des matériels et des logiciels. Tout ce qui permet d'intégrer efficacement la technologie et l'organisation doit figurer dans le modèle prescriptif.

### **6.7. UML [Ketani & al. 2001] :**

UML (Unified Modeling Language) est un langage de modélisation fondé sur les concepts orientés objet et conçu pour permettre la modélisation des phénomènes de l'activité de l'entreprise à l'aide d'une notation graphique fondée sur des diagrammes. L'usage de cette dernière est un bon complément à celui des représentations textuelles. Un dessin permet bien souvent d'exprimer clairement ce qu'un texte exprime difficilement et un bon commentaire permet d'enrichir une figure.

UML est un langage de notation orienté objet qui a été développé et standardisé par Rational Software et Object Management Group. Il a vu le jour en 1997 et est très rapidement devenu un standard de l'industrie pour spécifier, visualiser, développer et documenter des logiciels.

Unified Modeling Language est né, comme son nom l'indique, du regroupement de trois techniques de modélisation objet, la méthode Booch, Object Modeling Technique (OMT) et Objectory (OOSE) Process, respectivement développées par Grady Booch, James Rumbaugh et Ivar Jacobson.

UML est un langage de notation graphique standardisé qui peut être utilisé dans différents domaines de modélisation et notamment pour décrire des processus de gestion. [Glassay & Chappelet 2002]

Il existe des dizaines de logiciels qui supportent UML, dont le plus connu est Rational Rose.

UML couvre les différentes phases d'un développement objet (analyse, conception et implémentation) en offrant plus de neuf types de diagrammes :

- Le diagramme de cas d'utilisation représente les comportements d'un système du point de vue de l'utilisateur ;
- Le diagramme de classes représente la structure statique d'un système sous la forme de classes et de relations et ne contient pas d'informations temporelles. Une classe est une représentation abstraite d'un ensemble d'éléments similaires ;
- Le diagramme d'objets représente les objets et leurs relations, un objet étant un élément particulier d'une classe ;
- Le diagramme de séquence représente les objets et leurs interactions selon une ligne temporelle ;
- Le diagramme de collaboration représente les objets, leurs liens et leurs interactions de manière structurelle ;
- Le diagramme de transition d'états exprime le comportement dynamique d'un objet en termes d'états, d'activités, de transitions et d'événements ;
- Le diagramme d'activités décrit les flux entre activités au sein d'un système. Cela permet de représenter le déroulement d'une procédure ou d'une fonction ;

- Le diagramme de composants montre l'implémentation physique d'un système, en termes de composants logiciels ;
- Le diagramme de déploiement décrit la configuration des éléments de traitement à l'exécution et les composants qui leur sont rattachés.

UML est un langage de modélisation unifié très vaste. Ici nous ne nous limitons qu'à la présentation des quatre types de modèles (diagrammes de cas d'utilisation, de séquence, de collaboration et d'activités) sur les neufs qu'elle possède, car ils sont les seuls à couvrir la modélisation de processus à proprement parler.

### Diagramme de cas d'utilisation

Les diagrammes de cas d'utilisation ont pour but premier de décrire les interactions d'un système avec son environnement, et en particulier avec les acteurs qui le constituent, qu'ils soient des êtres humains ou des machines. Les cas d'utilisation représentent un ensemble abstrait d'actions et d'activités accomplies par un système, ce qui est appelé par les concepteurs d'UML son comportement. Ces diagrammes permettent de spécifier graphiquement ce comportement et ils peuvent être complétés par des descriptions textuelles ou des scénarios.

Les cas d'utilisation permettent de spécifier et de valider les besoins des utilisateurs d'un système donné et ils reposent sur une notation très simple.

### Diagramme de séquence

Les diagrammes de séquence et les diagrammes de collaboration présentés au point suivant sont appelés de manière générique diagrammes d'interactions dans UML. En effet, ils décrivent les interactions entre les objets que contient un système ou un processus. Ils permettent également de montrer les interactions d'un système avec son environnement.-

Les diagrammes de séquence permettent de modéliser un système de manière dynamique et ils s'attachent principalement à montrer la circulation et l'ordre chronologique des messages, autrement dit, ils décrivent la circulation de l'information. Ils sont directement basés sur les scénarios définis avec les cas d'utilisation.

### Diagramme de collaboration

Les diagrammes de collaboration quant à eux montrent ces interactions sous un angle structurel plutôt que temporel.

Comme nous l'avons expliqué au point précédent, les diagrammes d'interaction UML comprennent les diagrammes de séquence et les diagrammes de collaboration. Ces deux types de diagramme sont d'ailleurs symétriques, c'est-à-dire qu'il est possible de passer de l'un à l'autre car ils sont sémantiquement équivalents

Ils présentent néanmoins des points de vue différents : alors que le diagramme de séquence repose sur une échelle temporelle, le diagramme de collaboration se concentre sur le côté structurel des interactions d'un système et montre l'organisation des flux d'information.

Bien que les diagrammes de collaboration d'UML soient destinés à modéliser un système informatique, ils décrivent également la circulation de l'information entre les acteurs d'un système, même s'ils sont légèrement différents car ils ne font pas une distinction claire entre acteurs et rôles et qu'ils permettent d'ajouter un aspect dynamique grâce à l'ordonnement des messages. Il n'en demeure pas moins que les diagrammes de collaboration qui jouent un rôle très important dans le travail de modélisation car ils sont le pivot entre le niveau abstrait des cas d'utilisation et le niveau détaillé décrit par les diagrammes d'activités présentés au point suivant.

### □ Diagramme d'activité :

Les diagrammes d'activité montrent les flux de contrôle et les flux d'information qui circulent au sein d'un système ou d'un sous-système. Ils permettent de représenter le séquençage exact des activités et de définir des conditions d'exécution.

Les diagrammes d'activité sont indispensables à la modélisation de processus, car ils décrivent précisément comment les processus ou sous-processus sont réalisés.

### **6.8. ADONIS : [Glassay & Chappelet 2002]**

Contrairement à OSSAD et UML qui sont des techniques ouvertes et standardisées, Adonis est une méthode propriétaire totalement intégrée avec l'outil du même nom. Ce dernier a été développé par l'entreprise Business Objects Consulting (BOC), une société spécialisée dans la gestion de processus opérationnels et issue du groupe BPMS (Business Process Management Systems) de l'Institut d'Informatique et d'Economie de l'Université de Vienne.

L'outil ADONIS est un logiciel de modélisation de processus opérationnel qui intègre sa propre technique de modélisation et son langage de description propriétaires.

La modélisation standard d'Adonis repose sur trois types de modèles :

- La *carte des processus* donne une idée générale des différents processus ou sous processus effectués au sein d'une organisation ;
- Le *modèle d'environnement de travail* permet de représenter la structure d'une organisation en termes d'unités, de responsables et de rôles. Il prend également en compte les ressources disponibles ;
- Le *modèle de processus opérationnel* montre le chemin suivi par un processus depuis son début jusqu'à sa fin, en passant par toutes les activités qui le composent. Il intègre de plus la notion d'acteurs en charge d'une activité précise et de ressources liées à l'accomplissement d'une activité.

#### **6.9. BPMN : [BPMNI 2004][OMG 2008]**

BPMN (*Business Process Modeling Notation*) est une notation graphique standardisée « éléments graphiques et diagrammes » pour modéliser des procédures d'entreprise dans un workflow et pour représenter un processus métier en séparant les informations métier des informations techniques. Elle fournit une correspondance vers des langages d'exécution. C'est l'équivalent d'UML appliqué à la gestion des processus.

Actuellement, il y a des dizaines d'outils de modélisation et de méthodologies pour les procédures d'entreprise. BPMN améliorera les possibilités des notations traditionnelles des procédures d'entreprise en gérant par nature les concepts de procédures B2B (Business to Business), comme les procédures publiques et privées et les chorégraphies, ainsi que des concepts de modélisation avancée, comme la gestion des exceptions et la compensation des transactions.

- **Les caractéristiques de BPMN [Stephan 2004]:**

BPMN définit un langage de modélisation de processus d'entreprise basé sur la création des modèles graphiques pour les opérations des processus d'entreprise. Son but est de fournir des notations compréhensibles directement par tous les utilisateurs au niveau d'une entreprise, des analystes d'entreprise qui créent les documents initiaux des processus, aux développeurs techniques responsables de l'implémentation technique performante des processus et finalement pour toute personne voulant gérer ou piloter ces processus. BPMN peut être aussi appuyé par un modèle interne capable de générer un exécutable. Ainsi, BPMN crée une passerelle entre la conception du processus et son implémentation.

Le diagramme de processus d'entreprise (BPD) est formé d'un ensemble d'éléments graphiques. Ces éléments sont capables de faciliter le développement de diagrammes simples qui peuvent être familiers pour la plupart des analystes d'entreprise (sous forme de diagrammes).

Les éléments choisis pour distinguer l'un de l'autre et utilisés sont familiers avec un grand nombre de modélisateurs.

La norme BPMN définit deux concepts pour organiser les processus :

- les orchestrations ;
- les chorégraphies.

Les orchestrations sont internes, elles définissent ce qui se passe à l'intérieur d'un groupement. Les chorégraphies sont interprocessus, elles définissent les communications entre groupements (entre processus).

Les échanges internes à un processus BPMN sont effectués au travers d'enchaînements d'activités. Ils signifient qu'un enchaînement entre les différentes tâches du processus est effectué. Les échanges entre les processus sont eux représentés par des messages et répondent au nom de chorégraphie.

Le découpage hiérarchique s'effectue par l'intermédiaire de tâche que l'utilisateur désigne comme élément à détailler. La tâche servira donc également d'interface entre les 2 processus. Comme dans l'utilisation de notations propriétaires, cela permettra de décharger un modèle ou de faire abstraction d'un fonctionnement non connu au moment de la modélisation.

A noter, la présence d'un modèle dans la norme permettant de faire une description sous forme de liste de tâche ad hoc. Ce modèle n'est pas très utilisé mais il permet de mettre côte à côte des tâches sans pour autant les relier entre elles (inventaire). Pour dérouler ce sous-processus, aucun ordre particulier n'est requis entre les tâches et toutes les tâches ne doivent pas être déroulées.

L'approche BPMN permet de créer un mécanisme simple pour modéliser la complexité inhérente à un processus. Ceci fournit un ensemble de catégories de notations basiques qui sont au nombre de quatre:

- Les objets de flux (flows objects) (appelés objets de base) ;
- Les objets de relation (connecting objects) ;

- Les couloirs (swimlanes) ;
- Les objets symboliques (artefacts).

### 1. Les objets de flux :

Permettent de représenter les événements déclencheurs d'un processus, les activités le formant et aussi les conditions de déclenchement de ces activités.

Cette catégorie comporte seulement trois types d'objets principaux (les événements, les activités et les portes).

**a. Événement :** est un fait réel dont la venue déclenche l'exécution d'un processus. Il s'appelle événement déclencheur. Il peut se produire durant l'exécution d'un processus, on l'appelle événement intermédiaire. Comme, il peut marquer la fin du processus, on l'appelle événement résultat ou final.

**b. activité :** une activité est représentée par un rectangle à angles ronds et c'est le terme général pour un traitement performant d'une organisation.

Une activité peut être atomique c'est à dire élémentaire ou non atomique (composée). Les concepts utilisés par BPMN sont: tâche s'il s'agit d'une activité atomique, et sous- processus s'il s'agit d'une activité composée de deux ou plusieurs tâches et exécutés par un ou plusieurs rôles.

**c. les portes (les passerelles) :** Une porte est représentée par un losange et est utilisée pour contrôler la convergence ou la divergence des flux de séquence. Ceci déterminera des décisions traditionnelles. Les signes internes indiqueront type de contrôle du comportement.

### 2. Les objets de relation (connecting objects) :

Permettent d'enchaîner les activités entre elles, d'assurer la circulation d'information entre les activités ou les acteurs accomplissant ces activités (messages) et aussi mettre en évidence les entrées/sorties d'une activité. Les objets de relation sont connectés ensemble dans un diagramme pour créer le squelette d'un processus d'entreprise. Il existe trois objets de relation fournissant cette fonction. Ces connecteurs sont :

- a. **Flux de séquence:** Un flux de séquence est représenté par une flèche pleine en gras. Son rôle est de montrer l'ordre (la séquence) d'exécution des activités dans le processus.
  
- b. **Flux de message :** "message flow" Un flux de message est formé d'une flèche vide à traits discontinus et est utilisée pour montrer le flux de messages entre deux participants d'un processus reçoivent ou envoient des messages.
  
- c. **Association :** Une association est représentée par une ligne pointillée portant une flèche arrondie et est utilisée pour associer les données, du texte, d'autres symboles avec les flux d'objets. L'association est utilisée pour montrer les entrées/ sorties des activités.

### 3. Les couloirs : (Swimlanes )

Consistent en la représentation des rôles (acteurs). Par exemple un pool représente toutes les activités d'un acteur dans un processus dans une organisation. Par contre un lane qui est une partition du pool représente l'ensemble de tous les acteurs participant au même processus dans une même entreprise. Plusieurs méthodologies de modélisation des processus utilisent les concepts de swimlanes comme un mécanisme pour organiser des activités dans la séparation des catégories virtuelles dans un ordre illustrant des fonctions ou des responsabilités. BPMN supporte des swimlanes avec deux types de construction Les deux types d'objets de Swimlane sont :

- a. **Pool :** Représente un participant dans un processus en spécifiant toutes les activités correspondantes. C'est aussi un conteneur graphique pour partitionner un ensemble d'activités des autres pools, habituellement dans un contexte d'une situation de B2B.

Un pool est représenté graphiquement par un rectangle.

Exemple : un technicien avec toutes ses activités dans un seul rectangle.

- b. **Lane** : Un lane est une sous partition dans un pool, et peut être étendu à la longueur du pool, certain verticalement ou horizontalement : les lanes sont utilisés pour organiser et catégoriser les activités. Les lanes sont utilisés quand il y a présence de plusieurs acteurs participant à un processus dans une entreprise.

Exemple : Etablissement d'un relevé de notes par un agent à la scolarité et sa signature par le chef du service.

**Remarque :**

Les pools sont utilisés quand le diagramme entraîne deux entités d'entreprise séparées ou participants physiques séparés dans le diagramme. Les activités séparées à l'intérieur des pools sont considérées comme elles mêmes des processus. Pour cela, les flux de séquence ne peuvent pas franchir les limites du pool.

Le flux de message est défini comme un mécanisme montrant la communication entre deux participants, et sont connectés entre deux pools (ou les objets à l'intérieur du pool).

**4. Les symboles (artefacts) :**

BPMN est conçue pour permettre plusieurs flexibilités dans l'extension des notations de base et fournir des moyens appropriés pour modéliser des situations spécifiques. Plusieurs symboles peuvent être rajoutés aux diagrammes et qui sont appropriés aux contextes des processus d'entreprise à modéliser. Actuellement, BPMN pré définit seulement trois symboles qui sont :

- a- **Objet de données (DATA OBJECT)** : Les objets de données sont un mécanisme pour montrer les données utilisées ou produites par des activités. Ils sont connectés à des activités à travers des associations.
- b- **Group** : Le groupe est représenté par un rectangle à traits discontinus et aux cornes arrondis. Les groupes sont utilisés pour la documentation ou des propositions analysées, mais ne sont pas affectés par des flux de séquence.
- c- **Annotation** : Les annotations sont un mécanisme destiné à fournir un texte d'information pour un lecteur des diagrammes de BPMN.



Figure II.3 : Symbole d'annotation dans BPMN

On peut ainsi créer ses propres symboles qui peuvent informer sur le détail du processus ceci est assez souvent performant pour montrer les entrées et les sorties des activités d'un processus. Néanmoins, la structure de base d'un processus, comme déterminée par des activités, des passerelles (Gateway), et des flux de séquence (séquence flow), n'est pas changée avec l'ajout des objets symboliques (artefact) dans le diagramme.

### 5. Les branchements et les synchronisations:

A l'intérieur de chaque pool ou de chaque lane, les différentes activités exécutées par des participants (rôles) s'enchaînent de différentes manières. Pour cela, BPMN propose des branchements et des synchronisations qu'il est intéressant à évoquer.

#### \* *Les branchements et les synchronisations de base :*

- a. **Séquence** : une phase est exécutée après que la phase précédente est réalisée.
- b. **Branchement parallèle** : un point dans le processus où un flux de contrôle simple se sépare en plusieurs flux qui peuvent être exécutés en parallèle, ce qui peut entraîner l'exécution simultanée d'activités.
- c. **Synchronisation** : Un point dans le processus vers lequel plusieurs sous-processus ou bien activités parallèles convergent en un seul flux de contrôle, synchronisant ainsi Plusieurs flux.
- d. **Choix exclusif** : un point dans le processus où une branche parmi plusieurs est choisie en fonction d'une décision ou de données de contrôle.
- e. **Jonction simple** : un point dans le processus où deux branches alternatives ou plus se rejoignent sans synchronisation. La fusion est validée dès que l'une des transitions entrantes est validée.

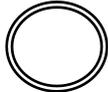
#### \* **Les branchements et les synchronisations avancés :**

- a- **Choix multiple** : un point dans le processus où une ou plusieurs branches sont choisies en fonction d'une décision ou de données de contrôle.

- b- Jonction synchrone** : un point dans le processus où plusieurs chemins convergent en un seul flux. Si plus d'un seul chemin est emprunté, il y a synchronisation des threads actifs. Si un seul des chemins est emprunté, les autres branches convergent sans synchronisation.
- c- Jonction multiple** : Un point dans le processus où deux branches (ou plus) se rejoignent sans synchronisation. Si plus d'une branche a été activée, éventuellement en parallèle, l'activité qui suit la jonction est démarrée une fois pour chaque branche activée.
- d- Discriminant** : Un point dans le processus qui attend l'achèvement d'un certain nombre de branches avant d'enchaîner l'activité suivante. Dès cet instant, il attend la fin des autres branches et les « ignore ». Une fois que toutes les branches ont été traitées, le point est réinitialisé afin qu'il puisse être réactivé.
- e- Jonction N parmi M** : Un point dans le processus où M chemins parallèles convergent en un seul. L'activité suivante est démarrée une fois que N chemins ont été exécutés. Les chemins restants sont ignorés. Une fois que toutes les branches ont été traitées, la jonction est ré-initialisée afin qu'elle puisse être activée.

- **Concepts d'un processus métier et leur prise en charge par BPMN :**

Après avoir étudié les processus métiers et les concepts les décrivant, et après l'étude de BPMN en mettant en évidence les concepts graphiques qu'elle préconise pour modéliser un processus métier, nous élaborons un tableau mettant en évidence ces concepts [Sini &SI-Mohammed 2006].

Concepts décrivant un processus	Concepts graphiques proposés par BPMN	La représentation graphique retenue
Acteur, participant, rôle	POOL et LANE	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Lane</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Pool</p> </div> </div>
Activité, tâche	Tâche et sous processus	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Tâche</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Sous Processus</p> </div> </div>
Événement	Événement	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Événement Déclencheur (Début d'un processus)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Événement Intermédiaire</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Événement final</p> </div> </div>
Synchronisation	Branchement et synchronisation	

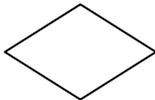
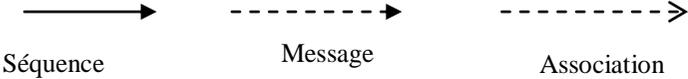
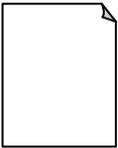
Condition	Porte	
Interaction	Flux de séquence, flux de message et association	 <p>Séquence      Message      Association</p>
Donnée	Data object	 <p>[Nom de la donnée]</p>
Ressource informationnelle	GROUP	 <p>Nom du groupe</p>

Figure II.4 : la représentation graphique selon BPMN des concepts décrivant un processus

**Remarques :** BPMN propose d'autres modélisations comme suite :

- **Les évènements :**



Figure II.5 : symboles des différents évènements dans BPMN

Chacun de ces symboles a une signification voir la figure II.6.

Type	Symbole	Description
Basic		L'événement est déclenché sans description particulière du déclencheur. Il est également utilisé pour indiquer l'exécution d'un sous processus.
Message		L'événement est déclenché suite à la réception d'un message d'un autre participant
Temporisateur		L'évènement est déclenché suite à un délai écoulé.
Règle		L'événement est déclenché suite à la validation d'une règle.
Lien		L'événement est déclenché suite à une connexion en amont, c'est-à-dire que le déclenchement s'opère durant la réception du jeton provenant d'un évènement de finalisation de type lien.
Multiple		Deux ou plusieurs déclencheurs (message, temporisateur, règle et lien) peuvent démarrer l'exécution du processus. Si un seul de ces déclencheurs s'active, le processus s'exécute
Basic		L'événement est déclenché en fin de processus. Pour un sous processus, le flux de contrôle est retourné à l'événement de base, ou à la tâche du processus en amont.
Message		L'événement déclenché transmet un message à un participant.
Erreur		Indique qu'une exception a été levée sur un événement intermédiaire provoquant sa finalisation.

Annulation		Cet événement indique la nécessité d'interrompre la transaction en cours et de la notifier en envoyant un message à l'ensemble des participants.
Compensation		Indique la nécessité d'exécuter le mécanisme de compensation
Lien		Un jeton qui arrive sur cet événement est directement transmis à son événement correspondant d'initialisation ou intermédiaire d'un processus cible.
Arrêt		Il indique que toutes les activités du processus doivent immédiatement stopper. Le processus se termine sans mécanisme de compensation ni traitement des exceptions.
Multiple		Plusieurs résultats sont attendus lorsque le processus se termine.

Figure II.6 : signification des différents symboles représentant les évènements dans BPMN

- **Des tâches :**



Figure II. 7 : symbole d'une tâche en boucle dans BPMN



Figure II.8 : symbole du déroulement de tâches en parallèle

Certaines de ces techniques appréhendent donc la modélisation d'un processus sans tenir compte de la démarche générale de modélisation de processus (figure II.1 du chapitre 2) comme RAD, STRIM, Adonis et BPMN, les Réseaux de Pétri. D'autres tiennent compte de l'analyse de la modélisation graphique (voir la 2<sup>ème</sup> étape de la démarche générale de la modélisation) comme MCX. Mais dans les deux cas aucune analyse effective ne se fait avant de faire une modélisation graphique. Ceci montre qu'un processus sera analysé d'une manière non formelle, des anomalies peuvent exister et le processus sera géré et exécuté tout en comportant des anomalies.

Le modèle obtenu à l'étape 2 de la démarche générale permet la représentation de la solution choisie d'une manière non formelle.

Nous pouvons donc dire que tout processus candidat au workflow doit être formel c'est-à-dire décrit explicitement sans ambiguïtés et exempt de ses anomalies pour qu'en suite le définir au sens workflow.

Préparer la définition d'un processus implique donc sa modélisation afin de monter sa constitution en tenant compte des exigences de l'utilisateur futur du workflow. Ceci nous incite donc à introduire la notion d'ingénierie des exigences.

### **6. Ingénierie des exigences :**

L'ingénierie des exigences consiste à définir clairement les exigences imposées à l'application avant de la concevoir. Par "exigences", on entend les caractéristiques attendues de l'application (fonctionnalités, performance, coût, efficacité, sécurité, disponibilité, etc.).

Pour découvrir ces exigences, de nombreuses méthodes sont appliquées (carte des acteurs, interviews, observation, brainstorming, etc.).

L'ingénierie des exigences débouche sur la réalisation d'un cahier des charges qui servira de base à la conception de l'application mais aussi à l'évaluation de son adéquation par rapport aux exigences attendues.

Le principe de la méthode est de déceler dès le début du développement les erreurs de définition des exigences, qui sont les erreurs les plus difficiles, les plus longues et les plus coûteuses à corriger.

La technique réclame des compétences spécifiques assez approfondies et sa durée dépend fortement de la taille, de la complexité et du caractère critique du projet (contrainte lourde).

L'ingénierie des exigences intervient au début du développement d'un projet informatique (elle se confond parfois avec la phase d'analyse) et est indispensable dans le cas de projets complexes et critiques.

Ces exigences font partie de la spécification d'un processus workflow. Ces dernières nécessitent la connaissance du processus d'une manière exhaustive. Mais, nous savons que certains processus d'entreprise ne sont pas formels c'est-à-dire que les agents qui les exécutent sont incapables de les décrire formellement même s'ils arrivent à un résultat en l'exécutant. Pour ce genre de processus, même la communication n'est pas formelle (verbale voire par téléphone). Notre objectif est de remédier à ce problème c'est à dire de permettre même aux processus non ou peu formalisés d'être automatisés par le workflow et même d'améliorer la communication même informelle dans l'entreprise. Pour prendre en compte ce genre de processus, il est d'abord intéressant de le définir et de l'explicitier

.Un processus non ou peu formalisé est un processus dont les étapes du déroulement (activités, tâches) ne sont pas bien définies. Les exécutants de ce type de processus travaillent par habitude. Ils sont incapables de décrire le déroulement du processus clairement .

Un processus peu ou non formalisé a une démarche d'exécution (succession des étapes (activités et tâches)) non bien spécifiées. Cette démarche non claire rend sa modélisation directement par des experts métiers en utilisant des méthodes et des outils existant impossible par exemple les techniques de modélisation précédentes. Ceci entraîne donc l'impossibilité de le définir pour l'exécuter par un moteur workflow.

Cette difficulté nous incite à réfléchir sur le comment procéder pour recueillir toutes les informations nécessaires et nous conduit donc à introduire les notions d'acquisition des connaissances et leur formalisation.

## **7. Acquisition des connaissances :**

L'ingénierie de la connaissance intéresse de plus en plus le monde industriel et commercial, en particulier en offrant un moyen de résoudre des problèmes spécifiques, relatifs à la gestion du savoir-faire d'une entreprise [Brunet & al. 1991][Leroux 1990], contenu notamment dans ses processus métiers.

La modélisation d'un processus métier exige en effet un travail de transfert de connaissances issues parfois de diverses sources d'expertise, et d'un modèle, voire d'un outil, capable de stocker et de restituer l'expertise. Cette phase de *transfert d'expertise* est souvent considérée comme le goulot d'étranglement pour la modélisation d'un processus métier, compte- tenu de

la complexité du processus cognitif correspondant. L'expert parvient ainsi difficilement à expliciter ses processus mentaux, la connaissance extraite risquant d'être inexacte, incomplète, voire inconsistante [Dieng 1990]. De nombreuses techniques de verbalisation et d'aide aux interviews ont été développées pour "extraire" les connaissances subconscientes ou implicites d'un expert [Hoffman 1989][Aussenac 1989][Brunet & al. 1991]. Celles-ci sont souvent inspirées des travaux en psychologie cognitive, telles que les *interviews*, *l'analyse de protocoles verbaux*, *l'introspection*, *l'observation directe* ou autres.

Dans tous les cas, l'une des difficultés rencontrées consiste à représenter la connaissance et/ou l'expertise recueillie de façon structurée. Il est évident qu'une représentation structurée d'une connaissance généralement disparate, informelle, voire découlant parfois de la mise en œuvre de processus mentaux transparents à l'expert lui-même, permettrait d'envisager des structures de stockage organisées, permettant la mise en œuvre de processus d'examen rigoureusement définis, et susceptibles en particulier de faciliter la détection d'incohérence et/ou d'incomplétudes quasiment impossibles à mettre en évidence à travers un examen trivial et exhaustif de la connaissance recueillie à l'état brut.

### **Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons d'abord défini un processus, ses concepts de base, les différents types de processus. Nous avons ensuite évoqué les processus candidats aux workflow, leurs modélisations qui sont impératives, la notion de modélisation de processus. Pour détailler la modélisation d'un processus, nous avons présenté la démarche générale de modélisation de processus ce qui a mis en évidence les étapes de modélisation d'un processus.

Pour savoir si les méthodes existantes de modélisation respectent la démarche générale de modélisation et comprendre la manière dont chacune analyse le processus ou ne le fait pas du tout, nous avons étudié des méthodes de différentes écoles en l'occurrence une méthode cartémique comme MCX, des méthodes systémiques comme OSSAD, STRIM, RAD, ect, des langages comme UML, des notations comme BPMN, ADONIS. Mais avant de faire la modélisation d'un processus, il faut d'abord le décrire selon tous les aspects et connaître les exigences de l'utilisateur. Ceci en utilisant la notion d'acquisition des connaissances.

Cette notion d'acquisition des connaissances n'est pas facile à utiliser pour être sûre que le processus est décrit complètement. Dans ce sens, le concept d'ontologie nous semble constituer une piste intéressante, en ce qu'il permettrait de représenter toute réalité

organisationnelle à travers un ensemble limité de concepts, évidemment plus susceptible de faire l'objet d'une analyse rigoureuse et exhaustive. C'est ce dont il est question dans le chapitre prochain.

Chapitre

III

Les ontologies pour la formalisation des processus

### **Introduction :**

La description d'un processus d'entreprise est primordiale pour obtenir sa spécification. Ceci impose une description exhaustive des éléments le composant. Cette exhaustivité peut être assurée par la représentation d'un processus par un nombre fini de concepts. Pour le faire, nous pensons que l'utilisation de la notion d'ontologie pour modéliser un processus est intéressante.

Une ontologie informatique est une représentation de propriétés générales de ce qui existe dans un formalisme supportant un traitement rationnel [Welty & Guarino 2001]. C'est le résultat d'une formulation exhaustive et rigoureuse de la conceptualisation d'un domaine. Cette conceptualisation est souvent qualifiée de partielle car, en l'état de l'art, il est illusoire de croire pouvoir capturer dans un formalisme toute la complexité d'un domaine. Notons aussi que le degré de formalisation d'une ontologie varie avec l'usage qui en est envisagé.

Pour USCHOL (1996), une ontologie est le développement et l'implantation d'une représentation explicite d'une représentation partagée dans un domaine donné.

Par exemple : les membres d'une organisation peuvent émettre des points de vue différents sur un même sujet, il paraît dès lors important d'éliminer la confusion conceptuelle et terminologique et de tendre vers une compréhension partagée.

D'après [Studer & al 1998], les ontologies sont un moyen de représenter la connaissance. Ces représentations de connaissances correspondent à «une spécification explicite et formelle d'une conceptualisation partagée »

Pour [Aussenac & Mothe 2004], une ontologie fournit une référence pour la communication entre les machines mais aussi entre humains et machines en définissant le sens des objets. Ceci est fait tout d'abord à travers les symboles (mots ou expressions) qui les désignent et les caractérisent et ensuite à travers une représentation structurée ou formelle de leur rôle dans le domaine. Dans [Gruber 1995], une ontologie est décrite comme une spécification explicite et formelle d'une conceptualisation commune d'un domaine. Devenue un élément essentiel pour beaucoup d'applications impliquant des connaissances, elle fournit un vocabulaire commun qui témoigne d'une compréhension partagée du domaine, et qui est essentiel pour la constitution d'une mémoire organisationnelle.

De fait, les données recueillies par et/ou auprès d'experts humains sont dans la plupart des cas incomplètes, insuffisantes, voire incohérentes, (omissions, connaissances «compilées» ou

supposée à tort connues, manque de coopération, difficulté de verbalisation de la connaissance,...). Ceci est particulièrement vrai lors de l'analyse d'un Système d'Information organisationnel quelconque, la difficulté consistant alors à suffisamment s'imprégner des processus mis en œuvre, pour comprendre le cœur de l'expertise en question, qui, le plus souvent, est une expertise collective résultant de la cohabitation/interaction d'une multitude d'expertises individuelles coexistant, de façon plus ou moins harmonieuse, au sein de l'organisation en question.

Ceci étant, il est clair que l'existence d'un modèle intermédiaire indépendant des contraintes d'implémentation permettrait à l'expert lui-même, ou au cogniticien chargé du recueil, non seulement de procéder avec plus de facilité, mais également de mieux exprimer l'expertise recueillie. En effet, pour utiliser les informations obtenues lors du recueil, il est nécessaire de les interpréter (en fonction d'objectifs, par exemple), ce qui impose de les organiser (ou de les structurer) puis d'en abstraire des concepts. Cela rend particulièrement intéressant le fait de disposer d'un modèle descriptif de la connaissance recueillie, d'autant qu'il ne s'agit généralement pas de refléter des processus réellement mis en œuvre dans le cerveau humain. Et en fait, il ne s'agit donc pas d'un problème d'extraction mais bien de réorganisation des connaissances [Krivine & David 1991].

Nous considérons pour notre part, au vu de la nature généralement empirique des connaissances mises en œuvre au sein d'un Système d'Information Organisationnel, que c'est bien de l'organisation (au sens de la structuration) du fond informationnel qu'il s'agit, ce qui donne *a priori* à l'utilisation du concept d'ontologie toute sa pertinence dans ce cadre.

Enfin, la construction d'une ontologie de domaine facilite le processus d'identification du langage de description de processus dans une organisation que nous pouvons considérer comme un domaine, ce qui représente un élément très important pour faciliter l'appréhension de processus peu ou non formalisés.

Ce chapitre traite donc de l'ontologie, sa définition, ses caractéristiques, ses éléments de base, ses différents types, son cycle de vie. Ensuite montre l'apport de l'ontologie dans la modélisation des processus et en particulier ceux qui sont peu ou pas du tout formaliser pour ainsi les rendre formels et susceptible d'être traités par le système informatique ceci en proposant un méta modèle décrivant un processus.

## 1. Origine et définition :

Le terme « ontologie », qui dans son acception initiale a un sens philosophique (la théorie de l'être), a été appliqué au discours scientifique, au langage et dans des domaines professionnels précis, tels que la documentation, par exemple. Dans le domaine industriel, une ontologie d'entreprise est une matérialisation explicite et persistante des connaissances et informations cruciales d'une entreprise pour faciliter leur accès, partage et réutilisation par les acteurs de l'entreprise dans leurs tâches individuelles et collectives. L'ontologie est « une composante de la mémoire d'entreprise qui capture une connaissance potentiellement intéressante en elle-même pour l'entreprise » [Pokarev et al. 2006].

Les ontologies sont devenues des éléments fondamentaux dans toute une gamme d'applications faisant appel à des connaissances.

La structure d'une ontologie permet de représenter les connaissances d'un domaine sous un format informatique en vue de les rendre utilisables pour différentes applications [Guarino 1999]. Une ontologie peut être utilisée soit (i) pour partager des connaissances entre agents humains et / ou artificiels, (ii) pour raisonner sur des bases de connaissances ou (iii) pour faciliter la recherche d'information au sein d'un même système ou de systèmes hétérogènes.

Elle est aussi primordiale pour la médiation des systèmes d'information ayant des modèles et des sémantiques hétérogènes. C'est donc une clé de toute première importance dans l'étude de l'agilité des partenaires et dans le développement de l'activité réseau.

Les ontologies visent à représenter une connaissance en étant à la fois interprétables par l'homme et par la machine [Hernandez 2005].

La philosophie et particulièrement la métaphysique générale est à l'origine des ontologies. Aristote l'a définie comme étant la science de l'être.

Gruber [Gruber 1993] introduit la notion d'ontologie comme "une spécification explicite d'une conceptualisation". Cette définition a été légèrement modifiée par Borst [Borst 1997].

Une combinaison des deux définitions peut être résumée ainsi : « une spécification explicite et formelle d'une conceptualisation partagée ». Cette définition s'explique ainsi [Studer 1998] : *explicite* signifie que le « type des concepts et les contraintes sur leurs utilisations sont explicitement définies », *formelle* se réfère au fait que la spécification doit être lisible par une machine, *partagée* se rapporte à la notion selon laquelle une ontologie « capture la connaissance consensuelle, qui n'est pas propre à un individu mais validée par un groupe »,

*conceptualisation* se réfère à « un modèle abstrait d'un certain phénomène du monde reposant sur l'identification des concepts pertinents de ce phénomène ».

Une ontologie fournit une base solide pour la communication entre les machines mais aussi entre humains et machines en définissant le sens des objets tout d'abord à travers les symboles (mots ou expressions) qui les désignent et les caractérisent et ensuite à travers une représentation structurée ou formelle de leur rôle dans le domaine [Aussenac 2004].

De manière générale, l'utilisation de connaissances en informatique a pour but de ne plus faire manipuler en aveugle des informations à la machine mais de permettre un dialogue, une coopération entre le système et les utilisateurs (système d'aide à la décision, système d'enseignement assisté par ordinateur, recherche d'information). Pour cela, le système doit avoir accès non seulement aux termes utilisés par l'être humain mais également à la sémantique qui leur est associée, afin qu'une communication efficace soit possible. Les ontologies visent à représenter cette connaissance en étant à la fois interprétables par l'homme et par la machine [Hernandez & al. 2005].

Les ontologies sont un moyen de représenter la connaissance. Ces représentations de connaissances correspondent à « une spécification explicite et formelle d'une conceptualisation partagée » [Studer & al. 1998]. Etant au cœur du Web sémantique pour ajouter une couche sémantique au Web actuel, elles font l'objet de nombreux travaux de recherche. Ces travaux s'attachent, d'une part, à définir des méthodologies et des techniques permettant leur élaboration à partir de textes et, d'autre part, à leur utilisation dans les systèmes d'information.

Une ontologie fournit une référence pour la communication entre les machines mais aussi entre humains et machines en définissant le sens des objets. Ceci est fait tout d'abord à travers les symboles (mots ou expressions) qui les désignent et les caractérisent et ensuite à travers une représentation structurée ou formelle de leur rôle dans le domaine [Aussenac 2004].

## **2. Les éléments d'une ontologie :**

La connaissance dans les ontologies est principalement formalisée en utilisant cinq types de composants qui sont [Gruber 1993] : classes ou concepts, relations entre concepts, fonctions, axiomes, instances et rôles.

### **➤ Classe ou concept :**

Les connaissances portent sur des objets auxquels on fait référence à travers des concepts qui sont habituellement organisés sous forme hiérarchisée dans l'ontologie.

Un concept peut représenter un objet matériel, une notion, une idée [Ushold & King 1995] et peut être divisé en trois parties :

Un terme ou un label qui est l'expression linguistique utilisée couramment pour y faire référence.

Une notion qui désigne, au sens de la représentation des connaissances, l'intention du concept. Elle contient sa sémantique qui est définie à l'aide de propriétés, d'attributs, de règles et de contraintes.

Un ensemble d'objets auxquels le concept fait référence forment l'extension du concept, autrement dit les instances.

➤ **Les relations :**

Les relations représentent un type d'interaction entre les concepts du domaine. Elles lient les concepts primitifs (ou simples) entre eux pour construire des représentations conceptuelles complexes. Elles sont formellement définies comme n'importe quel sous ensemble d'un produit de n ensembles :  $R$  dans  $C_1 \times C_2 \times C_3 \times C_4 \dots \times C_n$ .

Selon [Guarino & Carrara 1995] et [Kassel 2002], les principales relations jugées utiles à la modélisation d'une ontologie sont ; « instance de », « sorte de », « appartenance à », « dépendance » et « subsumption (is a) ». Cette dernière est implicite et a un statut particulier car elle définit un lien de généralisation qui structure la hiérarchie ontologique.

On dit qu'un concept  $C_1$  (concept père) subsume un concept  $C_2$  (concept fils) si toute propriété sémantique de  $C_1$  est également propriété sémantique de  $C_2$  et si  $C_2$  est plus spécifique que  $C_1$  l'extension du fils est plus spécifique que  $C_1$ . L'extension du fils est donc forcément plus réduite que celle de son père mais son intension est plus riche. Par exemple, le concept pathologie subsume le concept « pneumonie ».

➤ **Les fonctions :**

Les fonctions sont un cas particulier de relations dans lesquelles le nième élément de la relation est unique pour les (n-1) éléments précédents. Formellement, des fonctions sont définies comme :

$F : C_1 \times C_2 \times C_3 \times C_4 \dots C_{n-1} \longrightarrow C_n$  ou les  $C_i$  sont des concepts.

Exemple de fonction binaire : la fonction mère de ou carrée de.

Exemple de fonction ternaire : le prix d'une voiture usagée sur lequel on peut se baser pour calculer le prix d'une voiture d'occasion en fonction de son modèle, de sa date de construction et de son kilométrage.

### ➤ **Les axiomes (ou les règles) :**

Les axiomes sont des expressions qui sont toujours vraies. Ils ont pour but de définir dans un langage logique la description des concepts et des relations permettant de représenter leur sémantique. Ils représentent les intentions des concepts et des relations du domaine et, de manière générale, les connaissances n'ayant pas un caractère strictement terminologique [Staab& Maedche 2000]. Leur inclusion dans une ontologie peut avoir plusieurs objectifs :

- ✚ Définir la signification des composants ;
- ✚ Définir des restrictions sur la valeur des attributs ;
- ✚ Définir les arguments d'une relation ;
- ✚ Vérifier la validité des informations spécifiées ou en déduire de nouvelles.

### ➤ **Les instances :**

Les instances constituent des valeurs concrètes et des occurrences pour les concepts et les relations. Par exemple Lila est une instance du concept « personne ».

### ➤ **Les rôles :**

Une entité peut être caractérisée par un rôle [Sowa 2000] et ceci en définissant quelques rôles qu'elle peut jouer dans sa relation avec une autre entité. Exemple : le type « humain » est un type qui dépend de la forme interne de l'entité ; mais la même entité peut être caractérisée par des rôles du type : mère, employé...

## **3. Caractéristiques d'une ontologie : [Kaveh 2004]**

### ➤ **Les ontologies sont structurées :**

Ceci signifie qu'elles sont exprimées dans une langue qui a une syntaxe et basée sur les mathématiques pour leur signification. Comme les concepts sont exprimés formellement, ils peuvent être traités par des programmes informatiques. Les concepts qui existent dans des techniques de modélisation traditionnelles (schéma relationnel, UML, ...) sont seulement semi formels. Ces dernières ne peuvent donc pas être manipulées automatiquement par des

logiciels sans un effort considérable de programmation de manière à faire ressortir leurs significations.

➤ **Les ontologies sont lisibles par les humains :**

Ceci signifie qu'elles peuvent être développées, partagées, et comprises non seulement par des programmes informatiques, mais aussi par les communautés d'experts de domaine ainsi que des utilisateurs potentiels.

➤ **Les ontologies sont vastes :**

Les ontologies sont conçues dans le but d'inclure la signification appropriée des concepts liés à un domaine ; pas simplement celles requises pour une application particulière. Cela veut dire que si toute la signification des concepts est capturée par une ontologie, elle peut être comprise, modifiée, et contrôlée par n'importe quel expert de domaine.

➤ **Les ontologies sont partageables :**

Elles sont construites sur la base de bibliothèques communes de concepts fondamentaux et elles sont utilisables à travers de multiples domaines d'application. Ceci facilite la combinaison des ontologies développées séparément pour permettre la communication entre les systèmes d'information qui doivent partager des informations basées sur des concepts communs.

**4. Types d'ontologies :**

Les ontologies peuvent être classées suivant le degré de formalisme, selon les objets modélisés et selon le degré de granularité.

• **Selon le degré de formalisme :**

[Uschold & Grüniger 1996] a identifié selon le degré de formalisme quatre types d'ontologies : les ontologies informelles, les ontologies semi- informelles, les ontologies semi- formelles, et les ontologies rigoureusement formelles.

- **les ontologies informelles :** Elles sont exprimées en langage naturel.
- **les ontologies semi- informelles :** Elles sont exprimées sous une forme limitée et structurée du langage naturel (en utilisant des modèles). Pour ce faire des patrons ont été mis en œuvre.
- **Les ontologies semi- formelles :** Elles sont exprimées dans un langage défini artificiellement.

- **Les ontologies formelles :** Elles sont exprimées dans un langage contenant une sémantique formelle, des théorèmes et des preuves de propriétés telles que la robustesse, l'exhaustivité, la complétude et la constance.

- **Selon les objets modélisés :**

Les ontologies ont été regroupées dans [Gomez-pérez & al 2004] en se basant sur les objets modélisés afin de répondre à un but précis. Ces ontologies sont classées selon : les ontologies supérieures, les ontologies du domaine, les ontologies de tâche, les ontologies d'application, les ontologies de représentation, et les ontologies de raisonnement.

- **Les ontologies supérieures :**

Dites aussi de haut niveau « top level ontologies ou upper level ontologies » [Guarino 1998], ou alors « ontologies génériques ou noyaux d'ontologies » ou « méta- ontologies » ou « ontologies de sens commun/général ». Ces ontologies sont universelles, réutilisables, et référencables à partir des concepts des autres niveaux d'ontologies.

Les ontologies supérieures (upper level) représentent des concepts généraux comme l'espace, le temps ou la matière. Elles sont universelles. Les concepts des trois autres types d'ontologie peuvent y faire référence.

Elles comportent des concepts abstraits (généraux) subsumant les concepts existant dans les différents domaines. Une ontologie de haut niveau est généralement conçue afin de réduire les incohérences des termes définis plus bas dans la hiérarchie.

Les ontologies génériques définissent des concepts considérés comme génériques à plusieurs domaines. WordNet [Miller 1988] par exemple est une ontologie dont le but est de représenter la langue naturelle anglaise.

WordNet est un système de références lexicales dont la conception a été inspirée par les théories de la mémoire linguistique humaine. Elle est composée d'ensembles de synonymes appelés synsets, où chaque terme est regroupé en classes d'équivalence sémantique. Chaque ensemble de synonymes représente un concept particulier. Chaque terme appartient de plus à une catégorie lexicale donnée (nom, verbe, adverbe, adjectif). Un terme peut appartenir à plusieurs synsets et à plusieurs catégories lexicales. Les ensembles de synonymes sont associés par des relations sémantiques : généralité/spécificité, antonymie (relation entre ensembles de mots qui, par leur sens, s'opposent).

WordNet couvre le domaine de la langue générale en intégrant le sens des mots dans de différents domaines. Par exemple, l'ensemble des différents sens retrouvés pour le mot dispersion.

1. Dispersion, scattering -- (spreading widely or driving off)
2. Distribution, dispersion -- (the spatial property of being scattered about over an area or volume)
3. Dispersion, dispersal, dissémination, diffusion -- (the act of dispersing or diffusing something; "the dispersion of the troops"; "the diffusion of knowledge")

Les sens répertoriés renvoient au sens dans le langage courant (sens 1 et 3) ainsi qu'au sens du mot dans le domaine scientifique, plus précisément le domaine de la physique (sens 2).

○ **Les ontologies du domaine :**

Ce type d'ontologie décrit un vocabulaire appartenant à un domaine générique donné tel que la médecine. Elles ne sont pas propre à une tâche précise et présentent une bonne précision et se rapportent à un certain type d'artifacts. Une ontologie informatique est une représentation de propriétés générales de ce qui existe dans un formalisme supportant un traitement rationnel [Gan 2006][Ontologie]. C'est le résultat d'une formulation exhaustive et rigoureuse de la conceptualisation d'un domaine. Cette conceptualisation est souvent qualifiée de partielle car, en l'état de l'art, il est illusoire de croire pouvoir capturer dans un formalisme toute la complexité d'un domaine. Notons aussi que le degré de formalisation d'une ontologie varie avec l'usage qui en est envisagé.

○ **Les ontologies de tâche :**

Ces ontologies sont spécifiques à une tâche générique, telle que la vente, et indépendamment des autres du domaine d'application.

○ **Les ontologies d'application :**

Ces ontologies correspondent à l'exécution d'une tâche particulière et leur domaine d'application est restreint. Elles sont souvent des spécialisations des ontologies du domaine et des ontologies de tâche [Guarino 1998].

○ **Les ontologies de représentation :**

Ce type d'ontologies est un cas particulier d'ontologie supérieure qui regroupe des concepts déjà utilisés pour formaliser les connaissances. Indépendamment des domaines [Guarino & al 1994] puisqu'elles décrivent des primitives cognitives communes. Parmi les ontologies de représentation, on trouve « frame ontology ».qui définit, de manière formelle. Les concepts utilisés particulièrement dans des langages à base de frame : classes, sous- classes, attributs, valeurs, relations et axiomes [Gruber 1993].

○ **Les ontologies de raisonnement :**

Ces ontologies regroupent les processus de raisonnement appliqués aux connaissances qui forment eux-mêmes un domaine de connaissances. On parle particulièrement d'ontologies développées pour représenter des connaissances génériques mises en œuvre lors de la résolution automatique de problème.

● **Selon la granularité :**

La classification suivante est en fonction du degré de granularité, c'est-à-dire quel niveau de détail des objets de la conceptualisation est préconisé. En fonction de l'objectif opérationnel, une connaissance plus ou moins fine du domaine est nécessaire et des propriétés considérées comme accessoires dans un contexte peuvent se révéler indispensables dans un autre. Ce type d'ontologies est classé suivant : granularité fine et granularité large.

○ **Granularité fine :**

Correspondent à des ontologies très détaillées, possédant aussi un vocabulaire plus riche capable d'assurer une description détaillée des concepts pertinents d'un domaine ou d'une tâche [Furst 2004].

○ **Granularité large :**

Correspondent à un vocabulaire moins détaillé. Les ontologies de haut niveau ont une granularité large, du fait que les notions sur lesquelles elles portent peuvent être raffinées par des notions plus spécifiques [Furst 2004] .

Afin de répondre à toutes ces finalités, une ontologie ne doit pas uniquement considérer le volet terminologique d'un domaine comme peut le faire un thésaurus, mais doit intégrer toutes les connaissances de ce dernier. Ainsi, les ontologies actuelles, qui correspondent pour la

plupart à des ontologies qualifiées de légères, car incluant seulement quelques propriétés de structuration telles que la subsomption et les propriétés algébriques, doivent évoluer vers des ontologies plus « denses » sémantiquement parlant, incluant tous les axiomes permettant de représenter la sémantique du domaine considéré [Grüniger & al. 1995]. Pour ceci la construction d'une ontologie nécessite de suivre une méthodologie qui peut être représentée par un cycle de vie.

### **5. Etude du cycle de vie d'une ontologie :**

Le cycle de vie d'une ontologie est inspiré du génie logiciel. Dans [Dieng & al 2001] un cycle de vie a été proposé qui se rapproche du cycle de vie prototypage. IL comprend une étape initiale de détection et de spécification des besoins qui permet de circonscrire précisément le domaine des connaissances, une étape de conceptualisation, une étape d'ontologisation, une étape d'opérationnalisation, et une étape d'évaluation et d'évolution .

### **6. Construction et utilisation des ontologies**

#### **6.1. Construction :**

##### **6.1.1. Détection et spécification des besoins :**

Avant de démarrer le processus de construction de l'ontologie, il convient de bien définir le but visé. De ce fait, il est indispensable de bien délimiter l'objectif opérationnel de l'ontologie, particulièrement à travers des scénarios d'usage, sans oublier de délimiter le domaine de connaissance aussi précisément que possible.

##### **6.1.2. Conception :**

Cette étape consiste à identifier dans un corpus (constitué à partir d'interviews d'expert du domaine, des documents techniques existants...) les connaissances du domaine puis les trier. La première tâche consiste à rassembler les connaissances issues des interviews des experts du domaine et à l'analyse de la documentation technique existante. Après cela, un questionnaire est élaboré pour apporter plus de raffinements à un concept mis en évidence précédemment tel que préciser sa sémantique. En plus, faire une analyse des textes permettant de détecter les termes et structures sémantiques (définitions, règles) présents dans le corpus.

##### **6.1.3. L'ontologisation :**

Il s'agit de modéliser et formaliser la base de connaissances filtrée issue de l'étape précédente et d'entamer la construction proprement dite de l'ontologie.

Pour bien mener le processus d'ontologisation, les axiomes doivent être cohérents, les définitions doivent être claires et objectives et indépendantes de tout choix d'implémentation, l'ontologie devrait être extensible sans modification. A ce niveau du cycle de vie de construction, l'ingénieur de la connaissance ainsi que l'expert du modèle formel de représentation de l'ontologie, assisté de l'expert du domaine doivent formaliser, autant que possible, le modèle conceptuel obtenu à l'étape précédente. Une part de connaissance peut **être abandonnée du fait de l'impossibilité de lever certaines ambiguïtés ou du fait des limitations de l'expressivité du langage de représentation d'ontologie utilisé.**

#### 6.1.4. L'opérationnalisation :

Il s'agit d'effectuer une transcription de l'ontologie dans un langage formel et opérationnel de représentation de connaissance. Ce travail doit être mené par l'ingénieur de la connaissance.

#### 6.1.5. L'évaluation et l'évolution :

Deux niveaux peuvent être distingués dans l'évaluation d'une ontologie.

- **La vérification** des propriétés formelles que l'ontologie ne devrait pas violer, sous peine de perdre son expressivité. L'ontologie doit être conforme à un modèle formel de représentation de connaissances. La vérification correspond à l'exigence « *building the system right* ».
- **La validation** qui consiste à s'assurer de la conformité et fidélité sémantiques de l'ontologie à un domaine de connaissance, c'est-à-dire que la sémantique exprimée dans l'ontologie doit celle du domaine considéré. La validation correspond à l'exigence « *building the right system* ». De plus l'évaluation de l'ontologie en amont de son opérationnalisation est souhaitable pour éviter de propager des erreurs. Le test de la cohérence d'une ontologie peut nécessiter des déductions pour mettre en évidence des contradictions logiques entre axiomes. Cependant la validation des hiérarchies de concepts et/ou des relations doit être testée dès la phase d'ontologisation, aussi bien du point de vue formel que du point de vue sémantique.

## 6.2. Langage et outils :

### 6.2.1. Langage :

Une des principales décisions à prendre dans le procédé de développement d'ontologies consiste à choisir le langage (ou l'ensemble des langages) dans lequel l'ontologie sera

exprimée et utilisée. Parmi les langages développés pour les ontologies et les plus fréquemment utilisés, certains sont basés sur la syntaxe de XML, tel que XOL (Ontology Exchange Language), OML (Ontology Markup Language), RDF (Ressource Description Framework) et RDF schéma. Trois autres langages sont établis sur RDF (S) pour améliorer ses caractéristiques : OIL (Ontology Inference Layer) DAML+ OIL et OWL (Web Ontology Language) qui est une révision de DAML + OIL qui utilise la conception et l'application de DAML + OIL et qui tend à s'imposer.

OWL (Ontology Web Language) : Il a été conçu pour être utilisé par les applications qui traitent le contenu de l'information. Il facilite grandement l'interopérabilité en fournissant plus de vocabulaire pour décrire les classes et les propriétés comme des approches orientées objet. Par exemple : les relations entre les classes, les cardinalités, l'égalité, le typage plus riche des propriétés, les caractéristiques des propriétés, etc. OWL a été conçu pour satisfaire le besoin d'un langage d'ontologie du web. IL ajoute plus de vocabulaire pour décrire les propriétés et les classes. On peut citer entre autre : les relations entre classes (par exemple la disjonction), les cardinalités (par exemple exactement un), l'égalité, le typage plus riche des propriétés, caractéristiques des propriétés (par exemple la symétrie) et les classes énumérées. Bien qu'OWL soit dérivé de DAML + OIL qui est équivalent à un langage très expressif de la logique des descriptions, il n'est en tant que tel équivalents à aucune logique de description. Certaines caractéristiques font qu'il n'existe aucun algorithme décidable avec cette puissance d'expression. OWL fournit trois sous langages de plus en plus expressifs conçu pour l'usage des communautés spécifiques des utilisateurs et des développeurs : OWL LITE, OWL DL et OWL FULL.

L'OWL LITE convient aux utilisateurs qui ont principalement besoin d'une hiérarchie de classification et de contraintes simples. Par exemple : alors qu'il supporte des contraintes de cardinalité,, il autorise seulement des valeurs de cardinalité 0 ou 1.

Le langage OWL DL correspond à une logique de description expressive. .Il convient aux utilisateurs qui demandent un maximum d'expressivité tout en maintenant la complétude et la décidabilité. OWL DL inclut tous les constructeurs du langage OWL, mais ils peuvent être utilisés seulement sous certaines restrictions. OWL DL est appelé ainsi en raison de sa correspondance avec les logiques des descriptions.

Le langage OWL FULL convient aux utilisateurs qui demandent un maximum d'expressivité. Par exemple : une classe peut être traitée comme une collection d'individus et en même temps peut être vue comme un seul individu. OWL FULL permet à une ontologie d'augmenter le

sens du vocabulaire prédéfini. Chacun de ces sous langages représente une extension par rapport à son prédécesseur plus simple, à la fois parce qu'on peut exprimer légalement et aussi parce qu'on peut conclure de manière valide [Abel 2004].

#### 6.2.2. Les outils :

Plusieurs outils de création et de manipulation d'ontologie existent parmi eux nous pouvons citer :

##### ➤ Protégé :

Protégé est un éditeur d'ontologies. C'est un open-source développé par l'université de Stanford, il a évolué depuis ses sémantiques RDF (Ressource Description Framework), RDFS (Ressource Description Framework Schéma) et notamment OWL. Il offre de nombreux composants opérationnels : raisonneurs, interfaces graphiques. Dans protégé 2000, le modèle de connaissances est basé sur une hiérarchie de classes explicite où l'ontologie est décrite de manière déclarative. Protégé est un éditeur d'ontologie pour les différents langages : RDF et OWL. Il dispose de plugins pour ces deux langages.

##### ➤ Swoop :

Swoop est un éditeur d'ontologie développé par l'université du Maryland dans le cadre du projet MINDSWAP. Contrairement à protégé, il a été développé de façon native sur les standards RDF et OWL qu'il en charge dans leurs différentes syntaxes (pas seulement XML). C'est une application plus légère que protégé, moins évoluée en termes d'interface, mais intègre des outils de raisonnement

##### ➤ Ontosaurus : [Mah & Mis 2007]

Développé à l'information science institut de southern california. Ontosaurus consiste en un serveur utilisant LOOM comme langage de représentation des connaissances, et en un serveur de navigation créant dynamiquement des pages HTML qui affichent la hiérarchie de l'ontologie ; le serveur utilise des formulaires HTML pour permettre à l'utilisateur d'éditer l'ontologie.

##### ➤ Ontolingua :

Développé à l'université de stanford, le serveur ontolingua est un environnement de construction d'ontologies. Il consiste en un ensemble d'outils et de services qui supportent la construction en coopération d'ontologies entre des groupes séparés géographiquement.

##### ➤ ODE :

Développé au laboratoire d'intelligence artificielle de l'université de Madrid. Les principaux avantages d'ODE (Ontologie Design Environment) sont le module de conceptualisation pour construire des ontologies et le module pour construire des modèles.

### **6.3. Domaine d'application : [Hernandez 2005]**

Les ontologies sont utilisées dans de nombreux domaines. Les domaines recensés en 1998 par Guarino [Guarino 1998] porterie des langages, la conception de bases de données, la recherche d'information, l'extraction d'information, la gestion et l'organisation de connaissances. Depuis, grâce à l'essor du Web, elles sont utilisées dans le domaine de l'e-commerce et sont au cœur du Web Sémantique [Berners-Lee 2001], future version du Web actuel. Un des plus grands projets reposant sur l'utilisation des ontologies consiste à ajouter au Web une véritable couche de connaissance permettant des recherches d'information au niveau sémantique et non plus au simple niveau lexical et/ou syntaxique. A terme, il est prévu que des applications déployées sur l'Internet pourront mener des raisonnements utilisant les connaissances stockées sur la toile.

Derrière l'utilisation d'ontologies dans ces différents domaines, se cachent en fin de compte plusieurs représentations de connaissances. Ces représentations peuvent être distinguées suivant deux axes : la nature de la connaissance représentée dans l'ontologie et le degré d'engagement sémantique qui a motivé la formalisation de l'ontologie. Le premier axe fait en particulier référence au type de connaissances représentées (génériques, de domaines ou liées à la tâche). Le second axe fait en particulier référence au niveau sémantique des connaissances que l'ontologie représente (ressource terminologique versus ressource conceptuelle). Nous présentons ces deux aspects : nature des connaissances et engagement sémantique dans les sections suivantes.

### **6.4. La réutilisation :**

La construction d'ontologies réutilisables est le but affiché d'un certain nombre de travaux [Gomez-Perez & al 1996] [Fernandez& al. 1997] [Uschold & Grûminger 1996].

Cependant, de nombreux auteurs considèrent que les ontologies sont non réutilisables. Bachimont affirme en effet que par leur méthode de construction et les travaux épistémologiques qui les supportent, leur réutilisation est impossible [Bachimont 1996].

De la même façon, Charlet considère que « les ontologies sont des artefacts construits en fonction d'une tâche précise et ne peuvent être réutilisées, en tant qu'objet formel, pour une autre tâche. ». Il affirme également que les travaux sur la génération d'ontologies à partir de

corpus montrent une dépendance forte entre la construction de corpus et la construction de la future ontologie. « Le corpus est porteur via les expressions linguistiques qui en sont extraites, des futurs concepts de l'ontologie » [Charlet 2002].

Une ontologie construite à partir d'un corpus donné ne serait donc pas adaptée à un nouveau corpus. Nous partageons le point de vue de Furst [Furst 2004] selon lequel les ontologies sont destinées à être réutilisées. La sémantique qu'elles représentent est liée au cadre applicatif à partir duquel le sens des termes et concepts est défini. Cependant, la représentation ne dépend pas de l'opération faite avec l'ontologie. La sémantique de l'ontologie est liée au contexte mais la représentation n'implique pas que l'ontologie soit utilisée uniquement dans le contexte de sa création.

- **Evaluer la réutilisation d'une ontologie :**

Afin d'évaluer la réutilisabilité des ontologies plusieurs démarches sont suivies.

La première consiste à considérer une ontologie existante et à décrire les étapes et le coût impliqués par le processus de réutilisation dans une application donnée. Cette démarche est suivie notamment par Uschold qui recommande la création d'ontologies à partir de la réutilisation d'ontologies existantes plutôt qu'en partant de rien [Uschold & King 1995].

Les travaux présentés dans [Uschold 1998] et [Pinto 2001] proposent une analyse du procédé impliqué par la réutilisation d'une ontologie formelle pour la construction d'une nouvelle et les étapes nécessaires à l'application de cette ontologie dans un nouveau système. Les conclusions de ces deux analyses montrent que l'automatisation de ce procédé est loin d'être envisageable dans la mesure où il nécessite des connaissances extérieures liées à l'ontologie et à la tâche à réaliser.

Une autre approche consiste à évaluer la réutilisabilité de l'ontologie par rapport à certains critères voire certaines mesures.

Une première tentative consiste à reprendre les mesures d'évaluation des SRI basées sur les notions de précision (proportion de documents correctement retournés par rapport à l'ensemble des documents retournés par le système) et de rappel (proportion de documents correctement retournés par rapport à l'ensemble des documents pertinents dans la collection) [Salton 1971].

Cependant, l'évaluation d'une ontologie n'est pas aussi triviale [Brewtser & al. 2004]. Les notions de rappel et de précision devraient être comprises de la façon suivante. La précision correspondrait à évaluer la quantité de connaissance correctement identifiée dans l'ontologie par rapport à toute la connaissance contenue dans l'ontologie en fonction de la tâche à réaliser. Le rappel serait la quantité de connaissance correctement définie dans l'ontologie par rapport à la connaissance qui devrait être identifiée. Le problème est qu'il est impossible de déterminer ces ensembles de connaissances ; ils dépendent en effet des différentes interprétations et des différents types de connaissance que l'on souhaite représenter.

D'autres solutions ont donc été proposées pour permettre l'évaluation d'une ontologie. Elles peuvent être regroupées en deux types d'analyse: l'analyse qualitative ou l'analyse quantitative. Ces analyses peuvent être appliquées pour évaluer l'adéquation entre une hiérarchie de concepts et un corpus.

### 6.5. Critères d'évaluation :

D'après Gruber [Gruber 1993], cinq critères permettent de mettre en évidence des aspects importants d'une ontologie :

- **la clarté** : la définition d'un concept doit faire passer le sens voulu du terme, de manière aussi objective que possible (indépendante du contexte). Une définition doit de plus être complète (c'est-à-dire définie par des conditions à la fois nécessaires et suffisantes) et documentée en langage naturel ;
- **la cohérence** : rien qui ne puisse être inféré de l'ontologie ne doit entrer en contradiction avec les définitions des concepts (y compris celles qui sont exprimées en langage naturel) ;
- **l'extensibilité** : les extensions qui pourront être ajoutées à l'ontologie doivent être anticipées. Il doit être possible d'ajouter de nouveaux concepts sans avoir à toucher aux fondations de l'ontologie ;
- **une déformation d'encodage minimale** : une déformation d'encodage a lieu lorsque la spécification influe la conceptualisation (un concept donné peut être plus simple à définir d'une certaine façon pour un langage d'ontologie donné, bien que cette définition ne corresponde pas exactement au sens initial). Ces déformations doivent être évitées autant que possible ;

- **un engagement ontologique minimal** : le but d'une ontologie est de définir un vocabulaire pour décrire un domaine, si possible de manière complète ; ni plus, ni moins. Contrairement aux bases de connaissances par exemple, on n'attend pas d'une ontologie qu'elle soit en mesure de fournir systématiquement une réponse à une question arbitraire sur le domaine. Toujours selon Gruber, « l'engagement ontologique peut être minimisé en spécifiant la théorie la plus faible (celle permettant le plus de modèles) couvrant un domaine ; elle ne définit que les termes nécessaires pour partager les connaissances consistantes avec cette théorie.

### 6.6. Types d'ontologies pour décrire un processus :

Avant d'évoquer ce type, il est intéressant d'évoquer le *pourquoi développer une ontologie ?* :

« Une ontologie définit un vocabulaire commun pour les chercheurs qui ont besoin de partager l'information dans un domaine. Elle inclut des définitions lisibles en machine des concepts de base de ce domaine et de leurs relations. »

Pour quelles raisons développer une ontologie ? En voici quelques-unes :

- Partager la compréhension commune de la structure de l'information entre les personnes ou les fabricants de logiciels ;
- Permettre la réutilisation du savoir sur un domaine;
- Expliciter ce qui est considéré comme implicite sur un domaine ;
- Distinguer le savoir sur un domaine du savoir opérationnel ;
- Analyser le savoir sur un domaine.

Toutes ces raisons nous ont conduits à décrire un processus en utilisant les ontologies du domaine.

Un processus est décrit statiquement en évoquant toutes les tâches le formant, les rôles intervenant dans l'exécution de ces tâches, les rubriques manipulées, les documents traités, ... Ceci met en évidence une représentation d'un domaine d'une entreprise. Pour les évoquer explicitement, nous allons utiliser les ontologies du domaine. Pour mettre en évidence l'enchaînement des tâches et leur dépendance, nous allons utiliser l'ontologie des tâches.

Pour construire ces ontologies, nous allons d'abord étudier la construction d'une ontologie.

## 6.7. Construction d'une ontologie :

La définition d'une méthodologie de construction et de validation des ontologies est nécessaire. La construction de l'ontologie fait partie d'un processus, qui permet d'évaluer et de faire évoluer cette ontologie lorsque de nouvelles connaissances sont détectées dans le système ou suite à une modification des propriétés d'un de ses éléments. Cela signifie que l'ontologie doit être disponible et refléter l'existant à tout moment.

Une ontologie peut s'exprimer sous la forme d'un ensemble de schémas XML ou en utilisant OWL. OWL (Ontology Web Language) [OWL 04] est un méta- langage XML dédié à la description des ontologies standardisé par le W3C (World Wide Web Consortium) basé sur RDF (Resource Description Framework) et RDFS (RDF Schema).

OWL permet de décrire des relations et contraintes complexes sur des ontologies (exclusion, dépendance, etc.) et est composé de trois sous-langages de complexité croissante : OWL-Lite, OWL-DL et OWL-Full. RDF et OWL sont au cœur des évolutions futures du « sémantique Web », qui ajoute aux informations disponibles sur le Web une composante sémantique, ce qui permet des traitements plus intelligents de l'information et donc une intégration facilitée.

- Exemples d'ontologies standardisées

Un grand nombre d'initiatives ont été développées afin de spécifier des ontologies en utilisant des schémas XML. Elles sont classées généralement suivant deux axes :

- *vertical* : s'il s'agit d'initiatives dédiées à un métier (domaine) particulier :

MathML9 (Mathematic Markup Language) pour le domaine des mathématiques,

GML10 (Geography Markup Language) pour le domaine de la géographie, etc.

- *Horizontal* : s'il s'agit d'initiatives pouvant être déclinées pour des métiers (des domaines) différents : UBL11 (Universal Business Language) est un standard de l'OASIS visant à normaliser en XML les documents commerciaux courants.

## 6.8. Construire une ontologie pour décrire un processus :

### 6.8.1. Les aspects statiques :

Nous considérons qu'un modèle de processus est une représentation symbolique de l'ensemble des opérations ou activités correspondantes, mettant notamment en évidence les rôles respectifs joués par les différents acteurs, ainsi que les données nécessaires à leur

exécution. Si nous nous référons à la précédente définition, un modèle de processus doit mettre en évidence le ou les objectifs du processus modélisé, les différentes tâches correspondantes, ainsi que les différents intervenants (rôles) assurant ces tâches. Les interactions entre les tâches, consistant principalement en des échanges informationnels (communications) entre les rôles correspondants ainsi que l'enchaînement de celles-ci peuvent quant à elles être représentées par des règles régissant le processus dans le temps.

Cette première modélisation correspond par ailleurs à la caractérisation multi-vues d'un processus métier, telle que proposée par [Anse 2009], et selon laquelle il convient de prendre en compte et de définir :

- la vue intentionnelle qui représente les objectifs du processus en question,
- la vue fonctionnelle qui représente les différentes tâches assurées,
- la vue informationnelle qui représente toutes les informations correspondantes,
- la vue interactionnelle qui représente les différents échanges d'informations entre tâches,
- la vue comportementale qui représente le comportement d'une tâche lors de son déclenchement.
- La vue organisationnelle qui représente les différents rôles intervenant dans chaque tâche, ainsi que les acteurs jouant ces rôles.

L'intérêt de cette modélisation apparaît d'ores et déjà à travers la possibilité qu'elle offre de procéder au recueil de la connaissance descriptive du processus à travers un cadre et une démarche plus structurée, permettant de vérifier, de manière progressive puisqu'au fur et à mesure du recueil, de la complétude ainsi que de la cohérence de la connaissance recueillie.

L'étude des fonctions d'un système d'information organisationnel et d'un workflow ainsi que les objectifs de chacun, il est possible dans un premier temps, de caractériser n'importe quel processus organisationnel à travers les aspects suivants :

- Représentation des tâches concernant un processus ;
- les documents correspondants et les rubriques y figurant ;

- les rôles assurant les tâches correspondantes ;
- les acteurs jouant ces rôles ;
- les conditions d'exécution des tâches ;
- la façon dont chaque rôle impacte une information.

A partir de ces aspects, nous pouvons dire un processus organisationnel est formé d'une ou plusieurs tâches. Chaque tâche est exécutée par un rôle qui peut manipuler donc une ou plusieurs rubriques (information) appartenant à un ou plusieurs documents. Chaque rôle étant joué par un ou plusieurs acteurs. Avant l'exécution de certaines tâches, des conditions peuvent être posées, il faut donc en tenir compte et les respecter. Lors de l'exécution des tâches par les rôles, les rubriques manipulées peuvent être ajoutés (A), supprimer (S), consommées (C) donc utilisée dans un traitement, ou alors produite (P). Dans [Sini & Simohammed 1997] un méta-modèle pour la visualisation graphique d'une réalité organisationnelle a été proposé, et dans [Izza 2000] une modélisation matricielle d'une réalité a été proposée pour l'analyse de cette réalité. En nous basant sur ces deux propositions et en utilisant les concepts d'ontologies vues en 2, nous pouvons construire une ontologie.

Cette modélisation montre que tout domaine d'une organisation ou tout processus organisationnel est formé d'un ensemble de vues que nous pouvons modélisons par une classe d'objets que nous nommons **View**. Chaque vue d'un processus organisationnel est composée d'un ensemble de concepts que nous pouvons modéliser une classe d'objets **concept** chacun est décrit par des propriétés que nous pouvons modéliser par une classe d'objets **property**. Ces concepts peuvent être des intervenants que nous pouvons modéliser par « **rôle** », des traitements, exécutés par ces rôles, que nous pouvons modélisés en utilisant la classe d'objets « **task** ». . Ces dernières, pour s'exécuter, manipulent des données que nous pouvons modéliser par la classe d'objets « **data** ».

View, Concept, property, rôle, task et data forment un nombre fini de concepts décrivant un processus.

L'ensemble de ces concepts et les liens existants entre eux que nous allons expliciter par la suite forment bien une ontologie.

La modélisation ontologique que nous nous proposons d'appliquer est représentée en UML sur la figure III. 1[Sini & al 2012a].

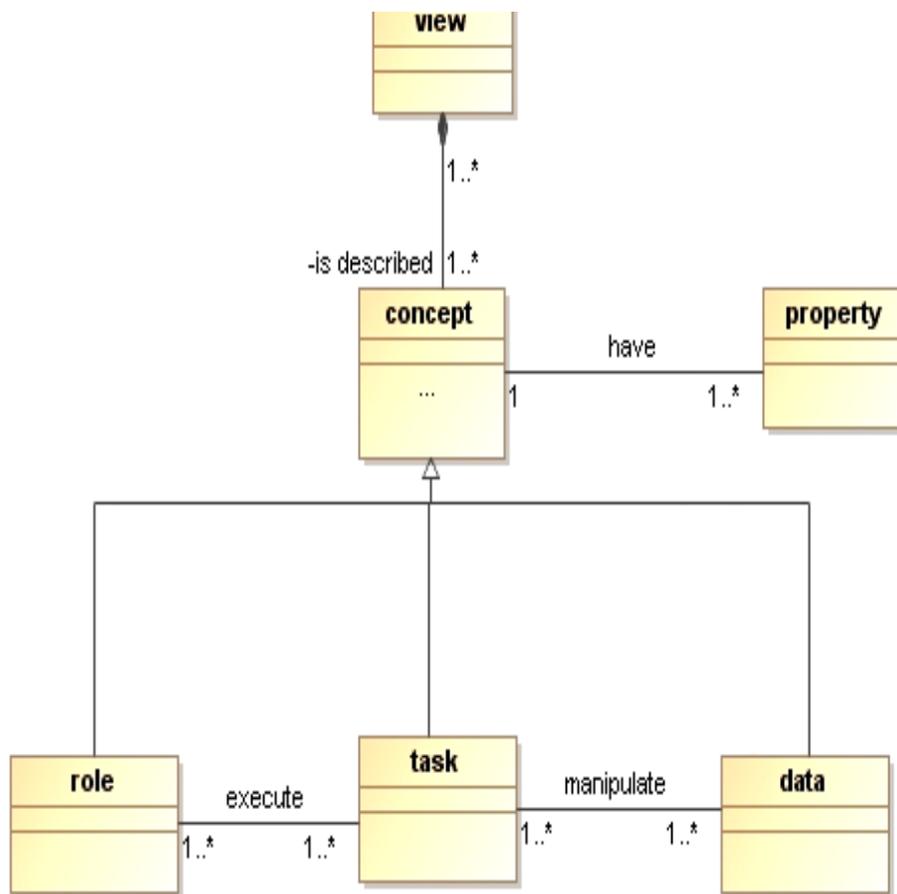


Figure III.1 : Modélisation ontologique d'un processus organisationnel

Les liens existants entre ces différents concepts peuvent être explicités comme suite :

Chaque vue (view) est liée à la classe concept par un lien de description (is described) qui veut dire qu'une est décrite par un ensemble de concepts.

Pour expliciter ces concepts, nous savons que dans une organisation, les données manipulées sont représentées par les documents de cette organisation. Chaque document est constitué d'un ensemble d'informations appelées rubrique. Chaque ensemble de tâches qui s'exécutant pour atteindre un objectif commun constituent ce nous appelons processus. A partir de ces éclaircissements, nous pouvons mettre en évidence le lien existant entre les vues et les concepts en élaborant le tableau suivant :

les concepts \ Vues	Processus	Tâche	Document	Rubrique	Rôle
Informationnelle			*	*	
Organisationnelle					*
Fonctionnelle	*	*			
Interactionnelle			*	*	
Intentionnelle	*				
Comportementale	*	*			

Figure III.2 : Tableau des vues et des concepts correspondant

Pour illustrer ces vues, nous prenons l'exemple d'un processus d'approvisionnement décrit ci-après :

Pour s'approvisionner en matière de produits consommables et non consommables, un service des moyens généraux procède comme suit : A chaque fois que le stock minimum d'un produit donné est atteint ou à chaque fois que l'organisation veut commander un nouveau produit, le chef de service établit un bon de commande en deux exemplaires : un exemplaire est gardé à son niveau et le deuxième est transmis au fournisseur. Tout bon de commande doit être signé par le service des finances et l'ordonnateur. La marchandise accompagnée d'un bon de livraison et d'une facture est livrée par le fournisseur quelques temps après réception du bon de commande.

Dans cette réalité, l'ensemble des documents formés du bon de commande, du bon de livraison et de la facture représentent des « instanciations » du concept de données qui nous permet de composer alors la vue informationnelle précédemment décrite. Les différents intervenants, quant à eux, comme le chef de service, le fournisseur ou encore le service financier constituent les différents rôles existant dans ce processus. Ce sont ces mêmes rôles qui manipulent lesdites données en exécutant un ensemble de traitements, que nous considérons comme des regroupements de tâches.

En nous basant sur ce qui précède, et restant dans la limite de nos préoccupations, cette modélisation nous permet donc bien d'obtenir une description globalement exhaustive d'une réalité organisationnelle structurée en processus, décrits à travers les concepts ainsi introduits.

La modélisation ontologique que nous nous proposons alors d'appliquer est représentée en UML sur la figure 2.

### **6.8.2. Les aspects dynamiques :**

Nous avons opté pour une modélisation ontologique des concepts et de leurs liens. En effet, l'apport spécifique de l'ingénierie ontologique pour la description de processus métiers consiste d'une part en la représentation formelle des connaissances non formalisées, d'autre part, la construction d'une ontologie se fait par la voie d'un consensus, et représente ainsi la compréhension partagée a priori d'un groupe ou d'une communauté, ce qui est parfaitement adéquat à la description d'un domaine pour des utilisateurs différents. Enfin, la construction d'une ontologie de domaine facilite le processus d'identification du langage d'expression de connaissances sur un domaine d'entreprise. Cette expression ontologique ne nous permet pas de spécifier la dynamique du processus qui doit exprimer l'enchaînement des tâches pour cela il est impératif d'introduire la spécification dynamique d'un processus.

Pour mettre en évidence cet enchaînement indépendamment des différentes méthodes, nous proposons la matrice des tâches telle qu'elle est utilisée en planification des projets.

La *Matrice des tâches* va être constituée d'un nombre de lignes égal au nombre de colonnes égal au nombre de tâches plus un. Par exemple si le nombre de tâches égal à deux donc le processus est formé de deux tâches T1 et T2 telle que T2 dépend de T1 c'est-à-dire que T2 ne peut démarrer que si T1 est Achevée. Donc cette matrice des tâches permet de structurer l'enchaînement des tâches. Comme tout processus peut être composé de plusieurs tâches qui peuvent se dérouler en séquentiel ou en parallèle. En utilisant les ontologies du domaine, nous pouvons dire que la dynamique d'un processus peut être modélisée en utilisant les concepts processus et tâche. Un processus est composé d'un ensemble de tâches liées entre elles par le lien « dépendance ».

La modélisation ontologique que nous nous proposons d'appliquer est représentée en UML sur la figure III.3



Figure III.3 : ontologie pour la spécification dynamique un processus métier.

Pour jumeler la spécification statique représentée de l'ontologie du domaine pour décrire un processus d'une organisation et la spécification dynamique à l'aide de l'ontologie pour la spécification dynamique d'un processus et obtenir la spécification d'un processus nous avons introduit un méta modèle.

### 6.8.3. Un méta- modèle de description de processus :

Dans [Morley & al. 2006], un méta-modèle de processus a été présenté. Celui-ci représente les processus d'une manière générique avec tous les concepts génériques décrivant un processus. Son instantiation peut donner naissance au méta-modèle que nous présentons sans les propriétés que peut posséder chaque concept de processus. Dans ce travail, nous nous intéressons aux processus métiers et particulièrement aux processus métiers peu ou non formalisés. Notre objectif est de rendre formels tous les processus métiers. L'étude précédente nous conduit à décrire un processus métier suivant un ensemble de concepts qui ne sont pas indépendants les uns des autres. Le concept lien est fondamental [Krivine 1991]. Une liaison entre concepts permet de définir une interaction mettant en jeu les concepts en question.

Ces liens montrent que tout processus métier est implanté dans une organisation. Il est doté de trois composants essentiels qui sont les données résidentes, les traitements et les communications. Chacun de ces composants est doté de moyens pour remplir ses objectifs. Les composants entretiennent entre eux des relations matérialisées sous forme d'échange d'informations.

Cet ensemble de concepts et les liens existant entre eux nous conduisent à construire un méta-modèle de concepts de processus. En utilisant le diagramme des classes préconisées par le langage UML [Booch & al. 2003] [Panet & letouch 1994][Raumauch & al. 1995]et en nous inspirant du méta- modèle présenté dans [Sini & al 2012a], nous avons élaboré le méta-modèle suivant : Voir figure III. 4

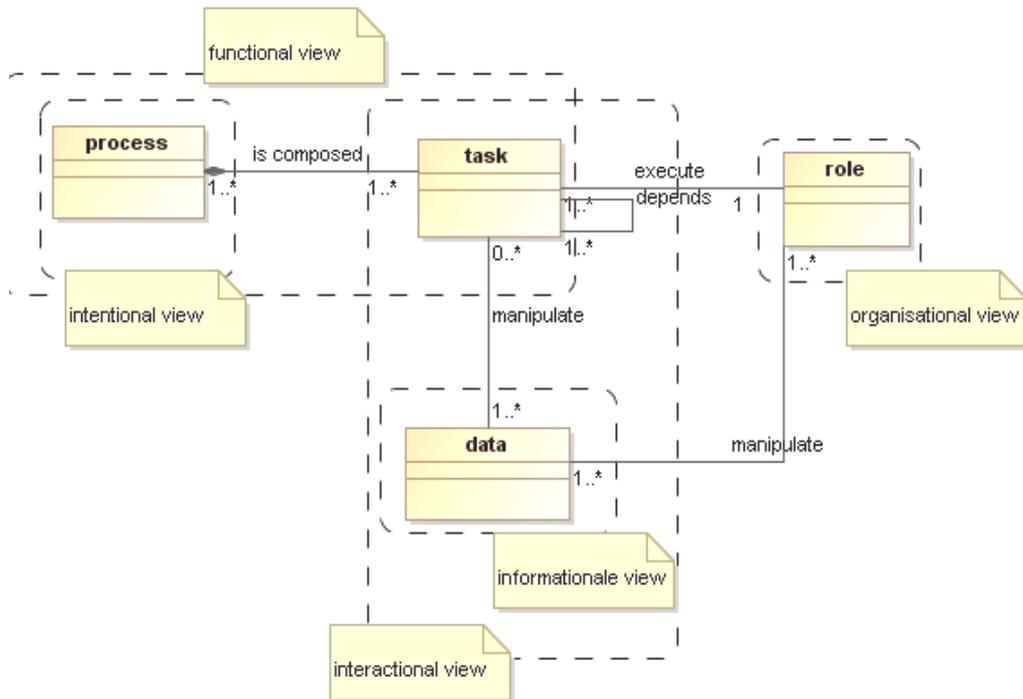


Figure III.4 : un méta-modèle pour décrire un processus

Le méta-modèle ainsi établi nous permet de décrire un processus d'une manière exhaustive selon le côté statique et le côté dynamique. Chaque instantiation décrit un processus particulier. La description dynamique est mise en évidence grâce au lien de dépendance entre les tâches.

Pour automatiser un système d'information en procédant par l'approche processus ou réaliser un workflow, la spécification du (des) processus correspondant (s) est impérative. Cette spécification implique la connaissance du ou des processus en place leur analyse en tenant compte des exigences des utilisateurs futurs et des objectifs à atteindre ce qui constitue la première étape de développement d'un système d'information qui est l'étape « analyse » et qui constitue aussi la première étape de la réalisation d'un workflow qui est donc « définition d'un processus ». Nous pouvons alors parler de spécification de processus.

La spécification des processus consiste généralement en l'acquisition de connaissances (recueil d'information), leur analyse et leur modélisation graphique par un langage de

modélisation graphique susceptible d'être traduit en objets informatiques et constituée un logiciel ou alors orchestré par un moteur workflow voire même un système de gestion de workflow. Dans ce cadre, et en raison de leur proximité avec nos préoccupations, nous avons choisi de considérer les techniques de spécification couramment usitées par les praticiens (voir le chapitre 2), qui sont OSSAD [Levan 2000][Dumas & 1990], STRIM [Levan 2000] et UML [Quatrani 2000] [Booch & Charbonnal al. 2003] et d'autres encore en montrant leurs manières de procéder pour spécifier un processus. C'est ainsi qu'à l'image d'un S.I. automatisé, le cycle de vie d'un *workflow* comporte généralement un certain nombre d'étapes, organisées autour de son analyse, sa spécification, sa vérification, sa configuration, puis son déploiement, son contrôle et son adaptation [Levan 2000]. Il se trouve que les travaux les plus fréquemment rencontrés dans la littérature et traitant de la mise en œuvre de *workflows*, couvrent tous plus ou moins partiellement ces étapes, mais ont en commun de faire généralement l'impasse sur l'étape d'analyse des processus existants, qui consiste en un recueil suivi d'une évaluation de la connaissance descriptive correspondante.

De nombreux outils disponibles, dans ce domaine, tels que YAWL [Aalst & al. 2011], W4 [Ames & al. 1997] ou encore Flowmind [Courtois 2001] confirment ce constat en n'offrant aucun support à l'analyse. De la même manière, nombre de méthodes de conception de S.I.A, telles que OSSAD [Levan 2000][Morley & al 2006] ou plus anciennes telles que MERISE [Panet & Letouch 1994], bien que posant correctement cette problématique de l'analyse, restent globalement insuffisantes en ce qui concerne cette problématique de l'analyse des processus existants. Ceci, en dehors de propositions de notations graphiques permettant généralement de mettre en évidence les différentes activités, les acteurs correspondant et les ressources nécessaires au déroulement des processus existants.

La principale contrainte liée à cette étape, largement identifiée, est liée au caractère informel non seulement de la connaissance mise en œuvre dans de nombreux processus, mais également de l'expertise mise en œuvre par l'humain chargé du recueil de la connaissance métier en vue de sa structuration, préalablement à son automatisation. C'est à ce type de contrainte que nous nous proposons de nous intéresser dans cette thèse, à travers le développement d'une modélisation, appelée *MASP (Modèle d'analyse et de spécification de processus)*, fondée sur l'analyse et l'exploitation des connaissances

recueillies à travers des interviews, en vue d'obtenir un processus formalisé, susceptible d'être exécuté à travers un *workflow*.

### **Conclusion :**

Pour répondre au problème de description de tout processus d'une manière exhaustive et particulièrement ce qui sont peu ou pas du tout formalisés, dans ce chapitre, nous avons élaboré un méta- modèle. Ce dernier est basé sur le concept d'ontologie. Après avoir étudié le concept d'ontologie en évoquant les différentes définitions, ses différents éléments, ses caractéristiques, ses différents types, son cycle de vie, les langages et outils nécessaires pour travailler avec les ontologies, les domaines d'utilisation des ontologies, la réutilisation des ontologies, les critères d'évaluation des ontologies, nous avons enchaîné par les types d'ontologie pour décrire un processus, ce qui nous a permis d'introduire la construction d'une ontologie d'une manière générale sur laquelle nous nous sommes basé pour la construction d'une ontologie pour décrire un processus selon l'aspect statique et une autre ontologie pour l'aspect dynamique. Pour jumeler ces deux aspects, et décrire un processus d'une manière exhaustive, nous avons élaboré un méta- modèle. L'instanciation de ce dernier permet de décrire un processus particulier. Cette description reflète le déroulement du processus actuellement. Le processus actuel peut contenir des anomalies qu'il est impératif de contrôler et de prendre en charges les exigences des futurs utilisateurs et les objectifs du système. Ce contrôle peut être effectué grâce à l'étape d'analyse.

Dans la démarche générale de modélisation de processus (étape 2 de la figure II.1), une analyse graphique est proposée. Cette dernière n'est pas structurée. L'étude de certaines techniques de spécification des processus dans le chapitre2, nous a évoqué l'inconvénient majeur de ces techniques qui est de ne pas faire une analyse concrète d'un processus en place et même les outils logiciels (moteurs workflow) en mettant en clair l'omission de cette phase d'analyse y compris par les outils logiciels incluant la spécification du processus (modélisation graphique) (yawl). Pour apporter une solution à cette problématique, nous nous proposons dans le prochain chapitre, de développer une modélisation, appelée *MASP (Modèle d'analyse et de spécification de processus)*, fondée sur l'analyse et l'exploitation des connaissances recueillies à travers des interviews, en vue d'obtenir un processus formalisé, susceptible d'être exécuté à travers un *workflow*.

Chapitre  
IV

La modélisation MASP pour l'analyse et la  
spécification de processus

La spécification des processus pour l'obtention d'un workflow est impérative. Cette spécification nécessite la définition du processus. Cette dernière nécessite la connaissance des étapes du Processus clairement, l'analyse de ce processus et sa modélisation graphique. La démarche générale de modélisation de processus (voir la Figure II.1) propose cette analyse au niveau de l'étape 2 mais celle-ci n'est pas formelle. Pour vérifier la prise en compte de cette étape, nous avons étudié certaines méthodes existantes. Celles qui sont cartésiennes, d'autres qui sont systémiques d'autres qui sont des langages et d'autres encore qui sont des notations. L'étape dite d'analyse, bien que citée dans la démarche de certaines méthodes, n'est ni assurée ni assistée. Pour mettre en évidence ce problème et montrer effectivement que ces méthodes existantes souffrent de l'absence d'approches efficaces d'analyse, nous avons étudié certaines de ces méthodes.

Chacune de ces méthodes s'intéresse aux trois étapes concernant la spécification d'un processus qui sont acquisition des connaissances, analyse et modélisation graphique. Pour le recueil d'informations, OSSAD et STRIM s'intéressent aux objectifs du processus et décrivent le processus en interviewant les intervenants du processus, alors qu'UML décrit les objectifs et le processus lui-même grâce aux cas d'utilisation qui consistent en la description des fonctions du processus et ses intervenants.

Pour l'analyse les deux méthodes OSSAD et STRIM se contentent chacune de faire une analyse du modèle graphique. Pour UML aucune analyse proprement dite n'est proposée. Comme par définition, on dit que l'analyse est une activité intellectuelle et coopérative consistant à étudier, comprendre et analyser une situation organisationnelle [Dumas & Charbonnel 1990], car c'est au niveau de cette étape que toutes les anomalies du processus vont être mises en évidence (retard dans l'exécution d'une tâche, ambiguïté des informations car il y a redondance, manque de formalisation ...).

Pour la dernière étape qui est donc la modélisation graphique, chacune de ces méthodes propose un modèle graphique mettant en évidence les étapes du processus, les intervenants (les rôles), et l'enchaînement des tâches, ce qui, en réalité, illustre bien le besoin de structuration ressenti dans tous les cas, même s'il n'y est pas explicitement fait référence dans la terminologie propre à ces méthodes. Par contre celles-ci, modélisent bien l'enchaînement des tâches en utilisant chacune sa terminologie.

Les nombreux outils workflow disponibles, dans ce domaine, tels que YAWL [Aalst & al. 2011], W4 [Ames & al. 1997] ou encore Flowmind [Courtois 2001] qui permettent pour certains outils (moteurs workflow) de modéliser et d'exécuter les processus ou alors

seulement de les orchestrer et de les exécuter sachant que leur définition (modélisation et traduction en objets informatiques) est déjà fait par l'une des techniques de modélisation précédemment évoquées donc selon le même principe qui est absence d'analyse effective d'un processus avant sa définition au sens workflow ou bien sa modélisation pour une future utilisation. Pour apporter une solution à cette problématique, nous proposons dans ce chapitre une démarche que nous appelons MASP (Modèle pour l'Analyse et la spécification des processus).

MASP est un modèle permettant la spécification d'un processus. Ce modèle est obtenu en utilisant le méta-modèle décrivant un processus suivant un ensemble de concepts exhaustifs qui modélise tout processus. Cette modélisation doit être validée par l'expert métier. Pour cela, il doit procéder à son analyse [Izza 2000][Si-Mohammed 1990] via la structure relationnelle de description du ou des processus et un ensemble de règles d'analyse permettant de détecter des anomalies selon les différentes vues de processus. Bien entendu, lors de cette étape de validation, l'expert métier peut demander des compléments d'informations à l'analyste ce qui justifie le retour arrière de l'étape validation vers l'instanciation. Une fois que la structure relationnelle et la relation dépend obtenue à partir de l'ontologie de la spécification dynamique sont validées par l'expert métier, MASP en utilisant les notations de BPMN modélise graphiquement le processus. Dans ce chapitre, nous allons dans un premier temps évoquer les fondements de MASP. Dans un deuxième temps, nous allons étudier l'objectif d'un processus en précisant les concepts concernés. Dans un troisième temps, nous allons étudier les objectifs d'un système d'information et d'un workflow. En tenant compte de ces différents objectifs et des différentes vues, nous allons dans un quatrième temps élaborer un tableau mettant en évidence les aspects du processus concernés par l'analyse en spécifiant les différentes anomalies pouvant concerner un processus. Ces différentes anomalies sont difficiles à exprimer Si nous reprenons la démarche de modélisation précédente (voir figure II.1), nous trouverons que la deuxième étape consiste en l'analyse du processus. Mais les techniques de modélisation de processus ainsi étudiées ne prennent pas en considération cette étape d'analyse. Nous pouvons conclure alors que les techniques de modélisation des processus métiers souffrent d'absence d'approches effectives d'analyse, et vu l'importance des processus dans les entreprises, c'est un risque de laisser passer des anomalies. Ces anomalies sont difficiles à exprimer explicitement en les formalisant. Cette formalisation nous conduit à proposer dans un cinquième temps une ontologie du domaine pour analyse d'un processus. Cette analyse nous permettra d'obtenir un

processus normatif susceptible d'être modélisée graphiquement par une technique de modélisation. Pour ce faire, dans un sixième temps, nous allons étudier la technique de modélisation BPMN. Dans un septième temps, nous allons proposer une démarche de mise en œuvre de MASP. Dans un huitième temps, nous allons proposer un algorithme de modélisation selon MASP. Dans un neuvième temps, nous procédons à l'évaluation de MASP. Nous terminons ainsi notre chapitre par une conclusion.

### **1- Les fondements de la modélisation MASP :**

La modélisation MASP est fondée sur une démarche ayant comme première étape l'acquisition des connaissances suivant un ensemble de concepts en prenant en compte l'approche multi-vues précédemment évoquée (voir le chapitre 3) permettant de formaliser tout processus organisationnel et même quand il s'agit de processus peu ou pas du tout formalisé. Pour escompter le processus de toutes ses anomalies, MASP a comme deuxième étape, l'analyse du processus selon un certain nombre d'aspects. Afin de préparer le processus normatif à une modélisation graphique susceptible d'être traduite en objets informatiques constituant un logiciel formant la partie informatique du Système d'information automatisé ou alors prêts à être orchestré par un moteur workflow dans le cas d'une application workflow. Pour assurer ceci, MASP a comme troisième étape, la représentation graphique du processus normatif en utilisant les notations de BPMN.

### **2- Les objectifs d'un processus :**

Dans toutes les réalités organisationnelles, un processus possède un objectif final qu'il faut respecter et qui est spécifique au domaine du processus en question. Pour ceci, il est impératif de veiller à cet objectif tout au long de la spécification du processus Système d'information.

### **3. Les objectifs d'un workflow:**

Une application workflow (voir le chapitre I) assure :

- la planification des tâches, leur affectation aux participants, et l'assistance à leur réalisation ;
- sécurité accrue ;

- temps de réponse réduit ;
- information claire sur l'état d'avancement ;
- améliorations de productivité ;
- Optimisation des processus ;
- maîtrise de la qualité et des coûts.

#### **4. Les objectifs d'un Système d'Information :**

Les objectifs assignés à un système d'information font que l'on peut lui associer la décomposition fonctionnelle suivante, selon laquelle un système d'information est constitué :

- D'information, qui sont des représentations partielles de faits qui intéressent l'organisation. Celles-ci existent en permanence au sein du système d'information (stockées) ;
- D'acquisition, de traitement, de mémorisation, de transformation, de recherche, de présentation et de circulation des informations. Ces informations communiquées correspondent aux informations acheminées et éventuellement mémorisées de façon temporaire par le système d'information, ce qui permet donc au système de pilotage et au système opérant d'un système de communiquer entre eux et avec l'environnement ;
- De règles d'organisation qui régissent l'exécution des traitements ;
- De ressources humaines et techniques requises pour le système d'information ; [Bodart & Pigneur 1989] ;
- De traiter des données communiquées et/ou résidentes ;
- De gérer (créer, consulter, modifier, supprimer) des données résidentes.

Ces différents objectifs sont des cibles fixées. Pour les atteindre, il est impératif de bien connaître le ou les processus en question. Cette connaissance implique la description de ce ou ces processus en utilisant une ou plusieurs méthodes d'acquisition des connaissances comme les interviews, l'étude des documents le ou les concernant, ...et faire une analyse afin d'obtenir un processus normatif (sans anomalies). Pour aboutir à des processus normatifs, il est impératif de déceler les différentes anomalies selon les différentes vues (intentionnelle, informationnelle, organisationnelle, fonctionnelle, et comportementale). En tenant compte des différents concepts décrivant tout processus, et des objectifs à atteindre, nous pouvons récapituler les anomalies d'un processus comme suit.

### **5- Les concepts d'un processus portant des anomalies :**

L'analyse porte donc sur les différents concepts décrits dans le méta- modèle (voir chapitre 3) en répondant aux objectifs du système d'information comme le stockage des données, leurs manipulation (modification, suppression, consultation ...) et du workflow comme temps d'exécution d'une tâche mettant en évidence le retard d'exécution d'un processus, des rubriques non existantes sur les documents manipulés ce qui répond à l'objectif « présentation aux rôles les données qu'il faut seulement et les données exhaustives ». Nous pouvons interroger le processus à travers le méta- modèle en prenant en considération toutes les vues du processus comme suit :

- **Interrogation du méta- modèle :**

En nous basant sur les différentes fonctionnalités du système d'information, du workflow, et le méta modèle décrit dans le chapitre 3, nous présentons dans ce qui suit un ensemble d'interrogations d'ordre intentionnel, informationnel, organisationnel, comportemental, et fonctionnel.

- **Vue intentionnelle :**

Raisonner sur les objectifs à atteindre. L'objectif doit être considéré comme une cible pour faciliter la communication et la compréhension des problèmes.

(*Pourquoi* au lieu de *quoi, qui, quand et comment*).

- Quels sont les objectifs de l'organisation ?
- Quel est l'objectif d'un processus ?

- **Vue informationnelle :**

Ce type porte sur les rubriques et les documents, son objectif est d'éviter le manque d'informations, redondance d'information, incohérence des données et inconsistance des données du processus.

Les requêtes qui peuvent être posées sont :

Pour chaque document Quelles sont les rubriques prévues mais non remplies ?

- Pour chaque document Quelles sont les rubriques non prévues mais remplies ?
- Quelles sont les rubriques répétées dans un même document ?
- Pour chaque rubrique du processus, - quels sont les documents la contenant ?
- Pour chaque tâche, quelles sont les rubriques manipulées ;
- Pour chaque tâche, quels sont les documents traités ;
- Quelles sont les rubriques manipulées et qui ne se trouvent sur aucun document traité ?

- Un document/rubrique est appelé par deux ou plusieurs noms différents

➤ **Vue organisationnelle :**

La vue organisationnelle nous permet de connaître tous les rôles concernant une tâche. Pour chaque rôle, les acteurs qui peuvent être des personnes, programmes ou des machines. Les requêtes qui peuvent être posées sont :

- Quels sont les différents acteurs impliqués (seulement ceux impliqués) dans le processus ?
- Pour chaque tâche, quels sont les rôles l'exécutant ?
- Pour chaque acteur, quels sont les rôles correspondant ?
- Quels sont les acteurs inactifs (impliqués mais qui n'ont pas de tâche) ?
- pour chaque rôle, le nombre d'acteurs effectivement employés, et le temps moyen de travail des acteurs pour chaque rôle ?

- Quelles sont les tâches spécifiques pour un rôle ?

➤ **Vue comportementale :**

- Pour chaque tâche, quels sont les événements déclencheurs ?
- Pour chaque tâche, quelles sont les conditions d'émission ?
- Pour un événement donné, quelles sont les tâches auxquelles il participe pour leur déclenchement ?
- Quelles sont les informations que communique un acteur ?

➤ **Vue fonctionnelle:**

On s'intéresse au fonctionnement du processus c'est à dire les tâches qu'il contient, les rôles les exécutant et les acteurs correspondants, les délais de réalisation des tâches.

- Quelles sont les tâches formant le processus ?
- Quel est le délai prévu pour l'exécution de chaque tâche ?
- Quelles sont les tâches qui ont un dépassement de délai ?
- Est-ce que le processus s'est réalisé dans le délai prévu ?
- Quels sont les rôles qui n'ont pas réalisé les tâches qui leurs sont assignées ?
- Est-ce que toutes les tâches sont affectées à des rôles ?
- Quelles sont les tâches non réalisées dans un processus ?
- Vérifier le respect du type de dépendance entre les tâches utilisé dans le processus ?
- Quels sont les documents d'entrée et de sortie pour une tâche ?

Cet ensemble de requêtes vont donc nous permettre de se rendre compte des anomalies de chaque processus ainsi donc d'apporter des solutions et d'obtenir en fin de chaîne un processus normatif (sans anomalies). Selon les différentes vues et les requêtes précédentes, nous pouvons récapituler les conclusions d'analyse par vue (voir le tableau récapitulatif suivant) :

Le tableau suivant met en évidence le récapitulatif de l'étape d'analyse d'un processus.

Les vues du processus Le diagnostic Possible	Informationnelle et interactionnelle	Fonctionnelle et intentionnelle	Organisationnelle	Comportementale et interactionnelle
	<p>Pour chaque document du processus vérifier:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*les rubriques prévues mais non remplies ;</li> <li>*les rubriques non prévues mais remplies (ajoutées au stylo) ;</li> <li>*les rubriques répétées ;</li> </ul> <p>Pour chaque tâche : *les rubriques manipulées mais qui ne se trouvent sur aucun document manipulé.</p> <p><b>Conclusion :</b> Se rendre compte de l'utilité des documents manipulés et prendre la décision de supprimer ceux qui ne sont pas utiles ou de créer de nouveaux. Eviter le manque d'informations, redondance d'information, incohérence des données et inconsistance des données du processus.</p>	<p>Concerne les objectifs à atteindre par le processus et l'organisation d'une manière générale.</p> <p>Concernant le fonctionnement du processus :</p> <p>les tâches formant le processus avec pour chacune son temps d'exécution;</p> <p><b>Conclusion :</b></p> <p>Se rendre compte de la compatibilité des objectifs du processus avec les tâches qui s'exécutent et détection du retard d'exécution du processus grâce au temps d'exécution de chaque tâche. Ceci étant une des fonctions du workflow.</p>	<p>Pour chaque tâche :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*Le rôle l'exécutant ;</li> <li>*Les conditions de déclenchement ;</li> <li>*les résultats d'exécution de chaque tâche.</li> </ul> <p>Pour chaque rôle :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* les acteurs qui peuvent être des personnes ou des machines (logiciels) ;</li> </ul> <p><b>Conclusion :</b></p> <p>Détecter les anomalies dans l'affectation des rôles aux tâches. Le type de traitement (Manuel ou logiciel) nous aidera à détecter les erreurs de calcul.</p>	<p>- pour chaque tâche :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* les conditions de déclenchement ;</li> </ul> <p>-Pour une condition :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* les tâches auxquelles elle participe pour leur déclenchement ;</li> </ul> <p>Si une seule condition déclenche plus d'une tâche, il y a anomalie.</p> <p>-Si une tâche est un test alors les règles d'émission prendront la valeur « oui » sinon la valeur non.</p> <p><b>Conclusion :</b></p> <p>Détecter les anomalies de déclenchement des tâches.</p>

Figure IV.1 : Tableau récapitulatif de l'analyse d'un processus

Cette analyse n'est pas exhaustive. Pour faire une analyse complète d'un processus, il faut pouvoir mettre en évidence les différentes anomalies concernant un processus par un nombre fini et un vocabulaire clair concernant les différentes anomalies. Pour cela, nous avons jugé intéressant de faire une modélisation ontologique pour l'analyse d'un processus.

### **6- Ontologies pour l'analyse des processus :**

Cette analyse et la modélisation ontologique d'un processus précédemment obtenue (chapitre 3) ainsi que le méta\_ modèle nous permettent de proposer la modélisation ontologique pour analyser un processus. Cette modélisation va mettre en évidence tous les concepts décrivant un processus organisationnels (voir l'ontologie précédente) à laquelle nous projetons une réalité donnée. Cette dernière n'est que l'instanciation des différents concepts décrivant tout processus d'une organisation. Son analyse consiste à respecter les objectifs du workflow et qui portent sur les concepts du processus. Cette ontologie est donc comme suit : voir figure IV. 2 [Sini & al. 2012a]

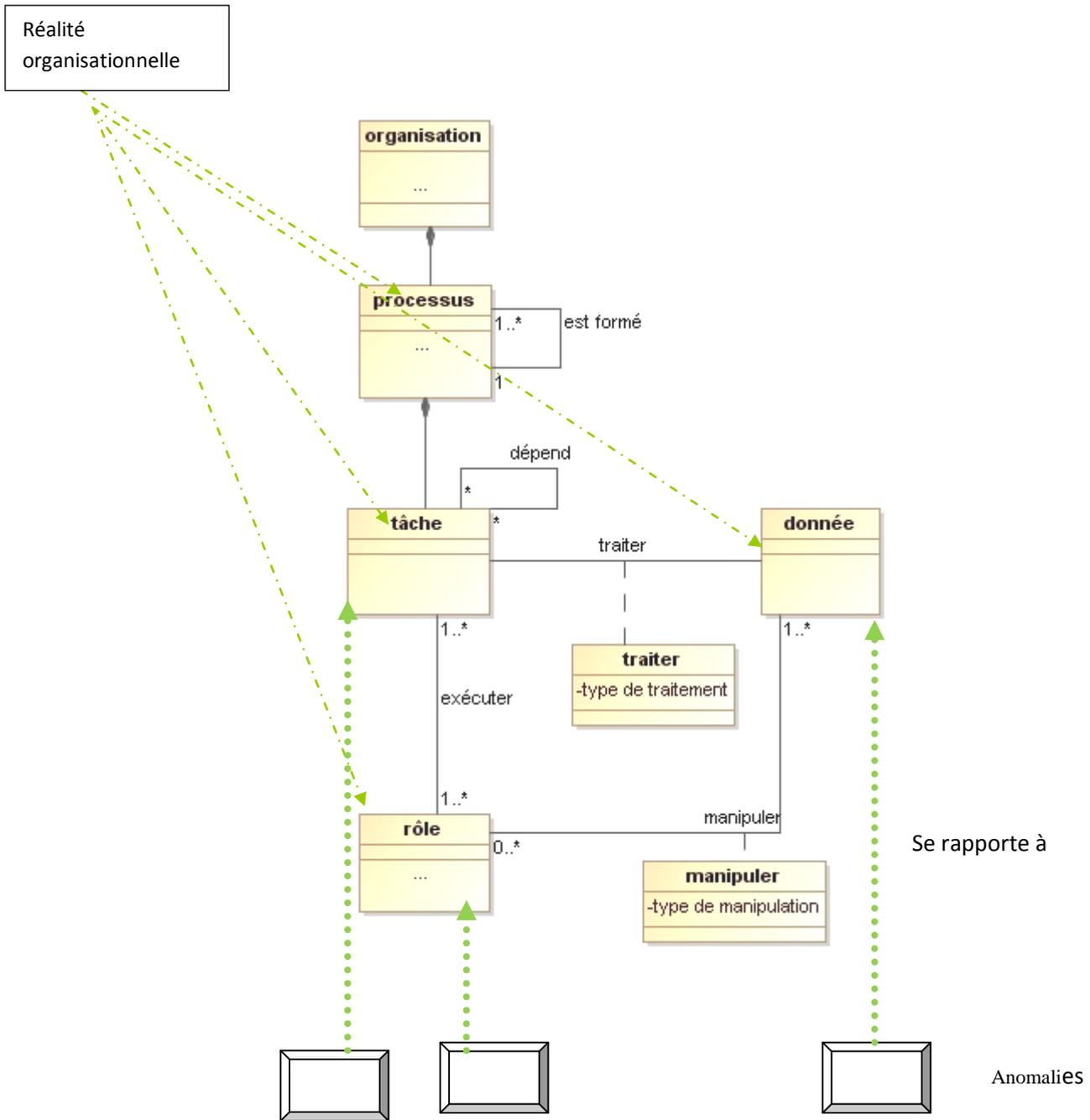


Figure IV.2 : Analyse d'un processus par projection

Cette modélisation ontologique nous montre bien que toute réalité d'une organisation peut être décrite par les concepts processus, tâche, rôle et donnée et les liens existant entre eux. Ceci implique qu'il est seulement nécessaire de projeter toute réalité organisationnelle sur ces

concepts et détecter les anomalies correspondantes. Pour le faire, la formalisation de ces anomalies est impérative ceci constitue une des perspectives de notre travail.

Pour la dernière étape de la spécification de processus qui est donc la modélisation graphique du processus, chacune des méthodes étudiées au chapitre 2 (STRIM, processus, les intervenants (les rôles), et l'enchaînement des tâches, ce qui, en réalité, illustre bien le besoin de structuration ressenti dans tous les cas, même s'il n'y est pas explicitement fait référence dans la terminologie propre à ces méthodes. Par contre celles-ci, modélisent bien l'enchaînement des tâches en utilisant chacune sa terminologie. Pour notre cas, nous avons choisi Les Notations de BPMN (Business Process Model Notation).

Le choix de BPMN est dû au fait qu'elle est dédiée à la modélisation des processus. Elle est orientée rôle c'est-à-dire qu'elle met en évidence tout les intervenants dans un processus en spécifiant pour chacun les tâches à accomplir et les données nécessaires. Comme elle permet aux différents intervenants de communiquer entre eux par envoi de message. L'application de BPMN est très simple et elle modélise tout processus d'une manière très claire et très simple.

Une modélisation basée sur BPMN peut ensuite être traduite en BPEL<sup>5</sup>

Pour mettre en œuvre MASP, nous avons proposé une démarche de mise en œuvre comme suit :

### **7. Démarche de mise en œuvre de MASP :**

La démarche de mise en œuvre de MASP est constituée de trois étapes. La première étape consiste en la description du processus ceci en utilisant l'instanciation du méta-modèle obtenu au chapitre III (voir Figure III.4) et le recueil des informations concernant la réalité organisationnelle fait grâce aux différentes formes d'interview. Cette tâche est effectuée par un analyste qui obtient donc un ensemble de structures décrivant un processus. Ce processus étant à l'état brut donc pouvant contenir des anomalies. Pour exempter le processus de ces anomalies, la deuxième étape consiste donc à faire l'analyse du processus (validation) en prenant en compte les objectifs du workflow et les exigences de l'utilisateur. Cette étape est réalisée par un expert métier. Ainsi donc on obtient un ensemble de structures validé décrivant un processus normatif (sans anomalies). La troisième étape consiste à modéliser

---

<sup>5</sup> Langage spécifiant un processus sous format XML.

graphiquement ces structures en utilisant les notations de BPMN. Ainsi donc, on obtient une modélisation du processus susceptible d'être exécutée par un workflow. Voici cette démarche :

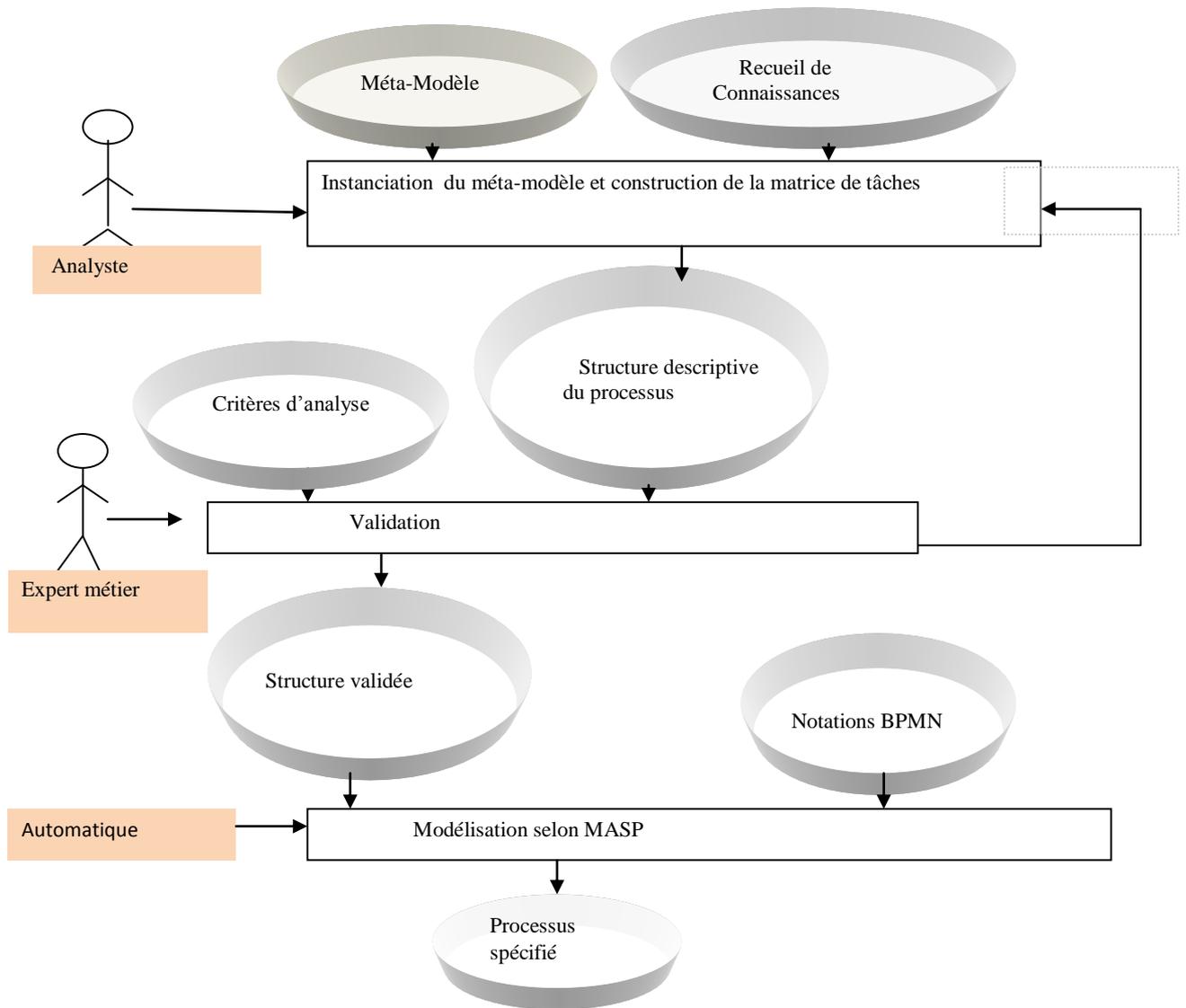


Figure IV.3 : La démarche de mise en œuvre de MASP

○ **Algorithme de modélisation selon MASP :**

En nous inspirant de [Hameurlain & al. 2009], nous obtenons les algorithmes suivants :

● **Algorithme principal :**

Algorithme modélisation graphique (méta-modèle, notation BPMN, modèle de processus) ;

**Début**

Appel à l'instanciation du méta-modèle et la saisie des connaissances sur le processus

Appel à l'analyse du processus (Ensemble de relations remplies, ensemble de relations remplies et corrigées) ;

Input (notation de BPMN)

Faire la modélisation graphique ;

Output (Processus modélisé)

**Fin.**

- **Algorithme d'instanciation du méta- modèle** (méta- modèle, ensemble de relation remplies)

**Début**

Input (méta- modèle, interview)

Output (ensemble de relation remplies)

**Retour**

Pour faire l'analyse du processus, il est impératif de le visualiser, de faire appel à un expert métier pour l'analyser à travers un ensemble de questions.

L'algorithme de visualisation du processus est comme suit :

- **Algorithme d'analyse** (ensemble de relations remplies avec anomalies, ensemble de relation décrivant le processus normatif)

**Début**

Input (ensemble de relations remplies)

Output (processus normatif);

**Retour**

**8. Evaluation de MASP :**

La capitalisation et l'analyse du savoir faire d'une entreprise nécessite la connaissance de ses processus métiers d'une manière exhaustive. Mais certains processus sont exécutés par les acteurs d'une manière informelle (par habitude) ceci implique qu'il est impossible de connaître leurs règles de gestion clairement. Ces dernières nécessitent la formalisation des

processus. Cette formalisation implique impérativement l'acquisition des connaissances concernant le processus en question sur tous les plans (fonctionnel, organisationnel, informationnel, communication et moyens) ceci en se basant sur le concept ontologie. Pour valider ces connaissances, les objectifs du processus doivent être connus ainsi que le point de vue de l'expert métier. Pour ceci à partir du méta modèle précédent, nous allons en l'instanciant saisir toutes les informations le concernant en les sauvegardant dans une base de données relationnelle Car ceci conduit à vérifier le bon fonctionnement du processus métier. Donc En partant de la démarche de mise en œuvre de MASP et du méta modèle obtenu précédemment, nous obtenons un ensemble de relations au sens relationnel susceptibles de contenir les informations concernant un processus métier qui sont comme suit :

➤ **Le modèle relationnel : [Sini & al. 2012]**

Dans [Thomas 1996] [Izza 2000] une modélisation matricielle a été proposée. Après analyse de ce modèle, nous avons constaté qu'il s'agit de la représentation physique du modèle relationnel.

L'objectif de ce modèle est de décrire d'une façon plus formelle l'ensemble des concepts précédents et leurs liaisons. Ce modèle est basé sur l'utilisation des matrices, formalisant les concepts retenus et leurs liaisons que l'expert métier peut remplir au fur et à mesure qu'il recueille la description du processus métier.

○ **Structure du modèle relationnel :**

A partir des concepts précédents et des liens existants entre eux, il est possible de définir la structure du modèle relationnel. Ainsi chaque concept du diagramme des classes donne naissance à une relation au sens relationnel ayant pour clé primaire son identifiant que l'on appellera « relation de base ». Par contre chaque liaison engendre une relation au sens relationnel ayant pour clé primaire l'ensemble des identifiants des concepts qu'elle relie que l'on appellera une relation bidirectionnelle. Donc les deux concepts structuraux qui permettent de définir le modèle relationnel sont :

- Les relations de base ;
- Et les relations bidimensionnelles.

Voir la figure IV.10

### ✓ **Les relations de base :**

Chaque classe d'entités se transforme en une relation de base qui détermine la liste des concepts recueillis lors de l'étude d'un processus métier. Cette liste est formée de :

R<sub>A</sub> : Relation des acteurs (le qui ?)

R<sub>P</sub> : Relation des postes de travail (le où ?) (Les rôles)

R<sub>S</sub> : Relation des sites (le où?)

R<sub>R</sub> : Relation des rubriques (le quoi ?)

R<sub>D</sub> : Relation des documents (quel est le support de la donnée ?)

R<sub>T</sub> : Relation des traitements (Quoi ?)

R<sub>M</sub> : Relation des moyens (comment ?).

R<sub>C</sub> : Relation des communications.

**Remarque :** Les relations rubrique, document et fichier sont jumelées dans le méta modèle précédent dans l'entité « donnée ».

Ces relations descriptives dont chacune représente un concept d'un processus, forment l'ossature du modèle relationnel, ce qui justifie leur nomination « de base ». Elles sont importantes car ce sont leurs clés primaires concaténées suivant les liens dans le méta- modèle que l'on retrouve comme clés primaires de la totalité des autres relations qui seront définies par la suite.

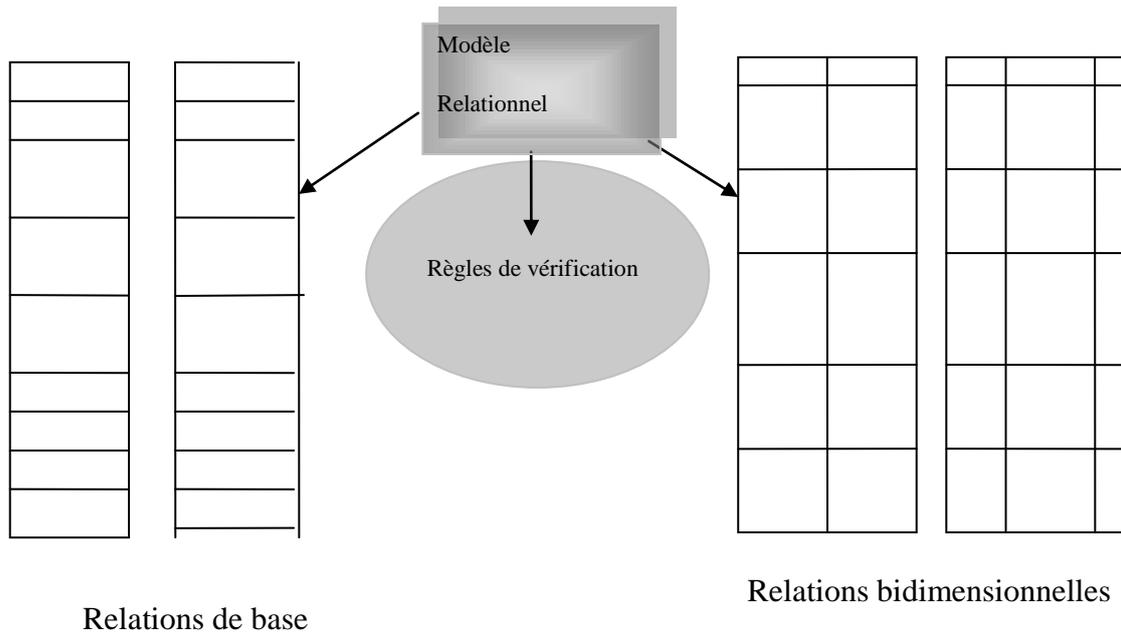


Figure IV.4 : Structure du modèle relationnel

○ **Les relations bidimensionnelles :**

L'existence et le fonctionnement d'un processus sont la conséquence des interactions entre les objets décrits par les relations de base.

Chaque interaction (association du diagramme des classes précédent) donne naissance à une relation bidimensionnelle. On peut mettre en évidence les relations suivantes :

$R_{DR}$  (relation ayant comme clé primaire la concaténation des clés primaires de document et de rubrique).

La relation  $R_{DR}$  (relation documents rubriques) nous permet de connaître l'ensemble des rubriques que contient chaque document manipulé par le processus en question.

Alors  $R_{DR}$  (code document, code rubrique).

Cette relation nous informe sur la répétition de rubriques au niveau d'un même document ou fichier ou bien de documents ou fichiers différents. Ceci en faisant l'analyse des occurrences correspondantes car deux occurrences dans une même relation ne peuvent pas avoir une même clé primaire ceci permettra donc d'éliminer cette redondance d'information du document en question.

$R_{PT}$ : cette Relation indique pour chaque poste de travail les traitements correspondants.

Alors  $R_{PT}$  (Code poste, Code traitement)

$R_{TD}$  : cette Relation indique les documents qui sont consommés ou produits par un traitement.

Alors  $R_{TD}$  (code traitement, code document, type de manipulation)

Avec

$$\text{Type de manipulation} = \begin{cases} P, & \text{si le document est produit par un traitement} \\ C, & \text{si le document est consulté par un traitement} \end{cases}$$

$R_{PD}$  : cette relation indique les rubriques consommées ou produites par un poste de travail.

Alors  $R_{PD}$  (Code poste, Code document, type de manipulation), avec

$$\text{Type de manipulation} = \begin{cases} P, & \text{si un poste de travail produit le} \\ & \text{document} \\ C, & \text{si un poste de travail consulte le} \\ & \text{document} \end{cases}$$

Ces différentes relations ont décrit le processus selon toutes ses ressources (vues). L'analyse de ces relations en comparaison avec les objectifs du processus vont permettre à l'expert métier de donner un diagnostic détaillé sur le processus ainsi donc de proposer des solutions (mettre à jour les relations). Après la mise à jour de ces relations, l'expert métier obtiendra un processus normatif bien explicité mettant en évidence le savoir faire de l'entreprise en question. Pour analyser la base de données ainsi saisie, il faut d'abord connaître les critères d'analyse qui se basent sur les exigences de l'utilisateur du processus ainsi que les objectifs du système d'information et du workflow.

○ **Exigences des utilisateurs du processus** : [Penders 2003].

Il n'y a pas de modélisation possible sans objectif mesurable. L'expérience montre que les projets lancés sans objectifs, avec uniquement une intention voire la velléité d'améliorer une situation, aboutissent souvent à des résultats sans consistance. L'objectif doit être considéré comme une cible : l'important est moins de l'atteindre que de s'en approcher le plus possible. Pour s'assurer que ces exigences sont prises en compte, l'analyse du processus existant est nécessaire. Ceci permet de :

- Clarifier les rôles et les responsabilités exercées ;
- Comprendre et satisfaire les exigences ;
- Définir les marges de manœuvre et mettre en évidence les cohérences et les incohérences, de même que les risques encourus ;
- Identifier des lacunes dans le circuit dans la manière de faire, ou bien d'identifier des étapes qui grèvent le fonctionnement d'un processus ;
- Considérer les processus en termes de valeur ajoutée ;
- Mesurer la performance et l'efficacité des processus ;
- Diminuer les coûts et les délais d'un processus.

Pour être sûr que le processus ainsi modélisé a atteint ses objectifs, la prise en compte du point de vue de l'expert métier est nécessaire. Pour ce faire, l'analyse du processus est impérative, ceci permet donc à une entreprise d'obtenir un processus bien formalisé, ainsi d'explicitier son cœur de métier. L'intérêt est d'exécuter le processus en question de la même manière quelque soit le changement d'acteurs.

Pour répondre à ces points, l'analyse du processus doit être comme suit :

○ **Analyse du processus :**

Pour les processus métiers, l'équipe du développement doit effectuer un modèle descriptif du processus. Précisons qu'il s'agit de formaliser ce qui se fait réellement et non ce qu'il faudrait faire. [Si-Mohammed 1990] Cette analyse portera sur les situations de travail et de communication des acteurs impliqués dans les activités du processus métier. Cette analyse portera alors sur les différents composants du processus qui sont : traitements, données, rôles (acteurs), les règles de gestion (rules), les communications...Ceci permettra à l'expert métier de faire un diagnostic (point de vue) en se basant sur les objectifs du processus et même de proposer à toute anomalie une suggestion correspondante. Car Charrel en 2000 [Charrel 2000] dit « un objet est l'intégration des points de vue qui s'exercent sur lui.».Ce terme désigne selon [Shilling & Sweney 1989] une observation simplifiée d'une structure complexe (supprimant l'information non pertinente pour l'objectif courant). Pour faire une telle analyse, il est impératif de décrire le processus en place. Cette description nous conduit donc à

instancier le diagramme des classes précédent et de sauvegarder les données induites. Pour ce faire, nous utilisons la base de données relationnelle précédemment proposée.

- **Proposition d'un cas réel de visualisation d'un processus en vue d'une analyse :**

La base de données relationnelle va nous permettre de faire la visualisation d'un processus. Cette dernière opération nous permet alors d'analyser processus en question. Pour le faire, un logiciel a été développé dont la première interface est constituée d'un menu formé de la description du processus, la visualisation du processus et de sa mise à jour (Voir la figure 1 de l'annexe A).

Pour saisir alors les informations concernant un processus donné, il suffit de cliquer sur « Description du processus ». Cette dernière action nous permet de saisir la description du processus en question selon toutes les vues (voir la figure 2 de l'annexe A).

Cette saisie des informations concernant un processus n'est rien d'autre que l'acquisition des connaissances en interviewant tous les intervenants aux seins du processus en question. Cette tâche est effectuée par un analyste ( voir la démarche de mise en œuvre de MASP Figure IV.9) Ainsi sera achevée la première étape de la démarche de mise en œuvre de MASP.

La deuxième étape comme nous l'avons vue consiste en l'analyse du processus dont l'acquisition des connaissances est faite.

Pour faire l'analyse, il est impératif de mettre à la disposition de l'expert métier toutes les connaissances concernant le processus en question grâce à la visualisation de toutes les connaissances saisies (voir la Figure 3 de l'annexe A) .

Cet ensemble d'écran répond à n'importe quel processus d'entreprise. La perspective suivante consisterait alors à aboutir à un processus normatif exempté d'anomalies, dont la représentation BPMN [Sini & Si-Mohammed 2006] permettrait de le soumettre à un moteur workflow. A titre d'exemple, nous avons considéré un processus de raccordement d'un nouveau client à la compagnie de fourniture d'électricité (cas réel), et élaboré sa représentation BPMN, avant de la soumettre pour exécution à l'open source YAWL. L'écran suivant illustre la dynamique de ce processus en mettant en évidence ses activités accomplies (pouvant être décomposées en tâches), ainsi que leur enchaînement ceci en utilisant l'outil de BPMN « INTALIO ».

#### 14. L'outil Intalio:

Créé en 1999 et activement engagé dans BPMI.org et la standardisation des outils de modélisation des processus, Intalio se présente comme le leader en matière de logiciel Open Source dédié au BPM (Business Process Management). Son logiciel phare Intalio|BPMS est décrit comme une solution complète, intégrée et Open Source en matière de BPM. Il s'articule autour de trois grands modules destinés respectivement à la modélisation de processus, au fonctionnement distribué sur des serveurs et à la distribution d'informations au sein du système (moteur de workflow). Le produit est développé en J2EE et repose fortement sur l'environnement Eclipse.

- **Définition :**

Intalio est un outil Open Source de gestion des processus d'affaires (BPMS : business process management system) et se distingue par son efficacité redoutable et sa prise en main relativement facile par rapport à ses concurrents propriétaires. Intalio |BPMS permet de couvrir le cycle complet d'un projet de BPM, de la modélisation jusqu'à l'amélioration, en passant par le déploiement.

- **Architecture d'intalio : [Briol 2008]**

D'un point de vue fonctionnel, Intalio se décompose en trois parties principales ;

Intalio|Designer, Intalio| Server et Intalio|Workflow :

##### **Intalio|BPMS Designer :**

Intalio|Designer est l'outil de modélisation et de conception des processus métiers fondé sur la plate forme Eclipse. L'analyste métier compose les diagrammes de processus à l'aide de la notation BPMN. L'informaticien complète ces modèles en intégrant les Services Web<sup>6</sup> et autres détails nécessaires à l'exécution des processus métiers. Cet outil traduit automatiquement les diagrammes BPMN en code source BPEL d'exécution des processus. L'interface utilisateur est composée d'une fenêtre principale dédiée à la modélisation processus. Cette interface est également composée de fenêtres annexes affichant des perspectives différentes des éléments des diagrammes comme les éléments BPMN, les propriétés, etc.

---

<sup>6</sup> Est un composant métier ou technique accessible par des protocoles standards.

– **Intalio|Server :**

Comporte le moteur d'exécution des processus métiers en interprétant le langage BPEL. Il propose également l'ensemble des fonctionnalités d'administration.

**Intalio|BPMS Workflow :**

Est le moteur de Workflow de répartition des échanges d'informations entre les différents intervenants des processus métiers. Le Workflow intègre la gestion et l'affichage des points d'entrées vers les différents processus, la gestion des formulaires de saisies des tâches Ingénierie des processus métiers allouées aux intervenants et la notification d'information. Les formulaires intégrés au Workflow sont réalisés dans le format standard XForms garantissant leur flexibilité et portabilité entre les navigateurs Internet.

• **Avantages d'Intalio :**

□ Intalio permet à l'entreprise de dynamiser l'ensemble de ses ressources en accélérant la conception, la reconfiguration et l'exécution de ses processus métier.

□ Intalio libère l'adoption de solution Business Process Management en offrant une suite d'applications pour gérer le cycle de vie de processus métiers complexes.

□ Intalio se distingue par son respect des standards dominants dans les BPMS modernes: modélisation des processus en BPMN et génération automatique du code en BPEL et des Web Services en respectant le protocole SOAP<sup>7</sup> et REST<sup>8</sup>. Intalio fut aussi le premier à implémenter BPEL4People, un standard aujourd'hui qui permet de décrire les patrons d'activités humaines

□ Exécution ultra-rapide des processus en BPEL4 People.

□ Grande compatibilité avec les serveurs d'applications (WebLogic,

WebSphere, Geronimo, JBoss) et les bases de données (Oracle, MySQL, MS SQL Server...).

• **Objectifs d'Intalio :**

---

<sup>7</sup> Simple Object Access Protocole » c'est un protocole de communication.

<sup>8</sup> Un ensemble de contraintes sur les systèmes hypermédia distribués.

L'objectif d'Intalio est de fournir à ses clients une solution d'intégration de leur système d'information sachant s'adapter à des implémentations de natures très diverses. Cette solution passe par la superposition au système d'information d'une couche de processus. L'intérêt principal pour les entreprises étant alors de pouvoir exploiter leur système d'information existant en l'accordant aux processus métiers de leur activité. En effet, la définition des processus se fait d'abord en tenant compte des problématiques métiers et restent dans leur première phase de conception totalement indépendants des contraintes techniques (formats de données, types de partenaires,...). Par cette approche, Intalio|BPMS est censé fournir un niveau d'abstraction supplémentaire par rapport à la technique qui n'intervient qu'en second lieu dans la définition des processus. On peut réellement parler d'« Architecture Orientée

Processus » puisque les processus sont réutilisables entre eux et autorisent ainsi leur composition afin de réaliser des processus plus complexes.

Chaque processus peut ainsi être vu comme un service du SI. Il possède une interface clairement définie et encapsule des traitements précis, il est de plus réutilisable et composable avec d'autres services. Intalio propose donc une solution d'urbanisation du SI orientée Services et fondée sur l'étude des besoins métiers.

Ce que propose principalement Intalio, c'est un logiciel complet permettant de créer sa propre Architecture Orientée Services, de manière à obtenir une solution parfaitement adaptée aux besoins d'une entreprise quels qu'ils soient, le tout sans écrire une seule ligne de code. L'utilisateur peut ainsi créer tout type de Web Services, nécessitant ou non l'interaction entre plusieurs utilisateurs, Web Services ou applications. Pour un utilisateur expérimenté, la plateforme permet de créer et d'implémenter tous types de Web Services, que ce soit pour le fonctionnement interne d'une entreprise, ou bien pour les échanges d'une entreprise avec ses clients, ou encore pour les communications entre les entreprises.

L'utilisateur a en effet également le droit de gérer les droits d'accès et de rendre accessibles ses services sur un Intranet ou sur Internet s'il le désire, et l'administrateur peut en permanence contrôler l'état des services installés.

- **Modélisation du processus :**

Pour la modélisation du processus de raccordement d'un nouveau client nous avons utilisés Intalio- Designer-6.0.2.014<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Téléchargeable sur le site officiel « <http://community.intalio.com> »

Diagramme de processus de raccordement de nouveau client

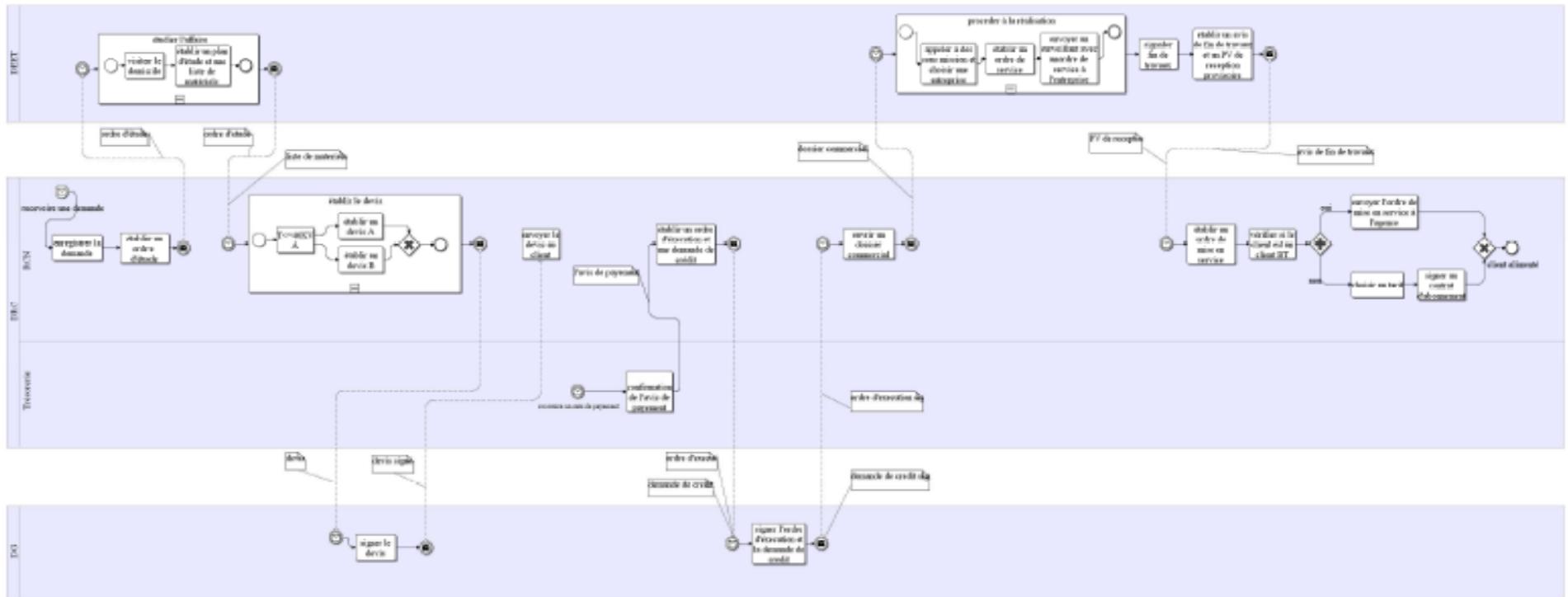


Figure IV.5 : Modélisation du processus de raccordement d'un nouveau client avec BPMN en utilisant l'outil INTALIO

Cette modélisation graphique à l'aide de l'outil Intalio nous a permis de mettre en claire toutes les étapes du processus en spécifiant ses rôles, ses données, toutes les conditions de déclenchement des différentes étapes .... Ceux ci nous ont aidés à renseigner les entrées, variables ...pour exécuter ce processus en utilisant le moteur workflow yawl. L'éditeur de ce dernier nous a permis d'obtenir la modélisation graphique suivante :

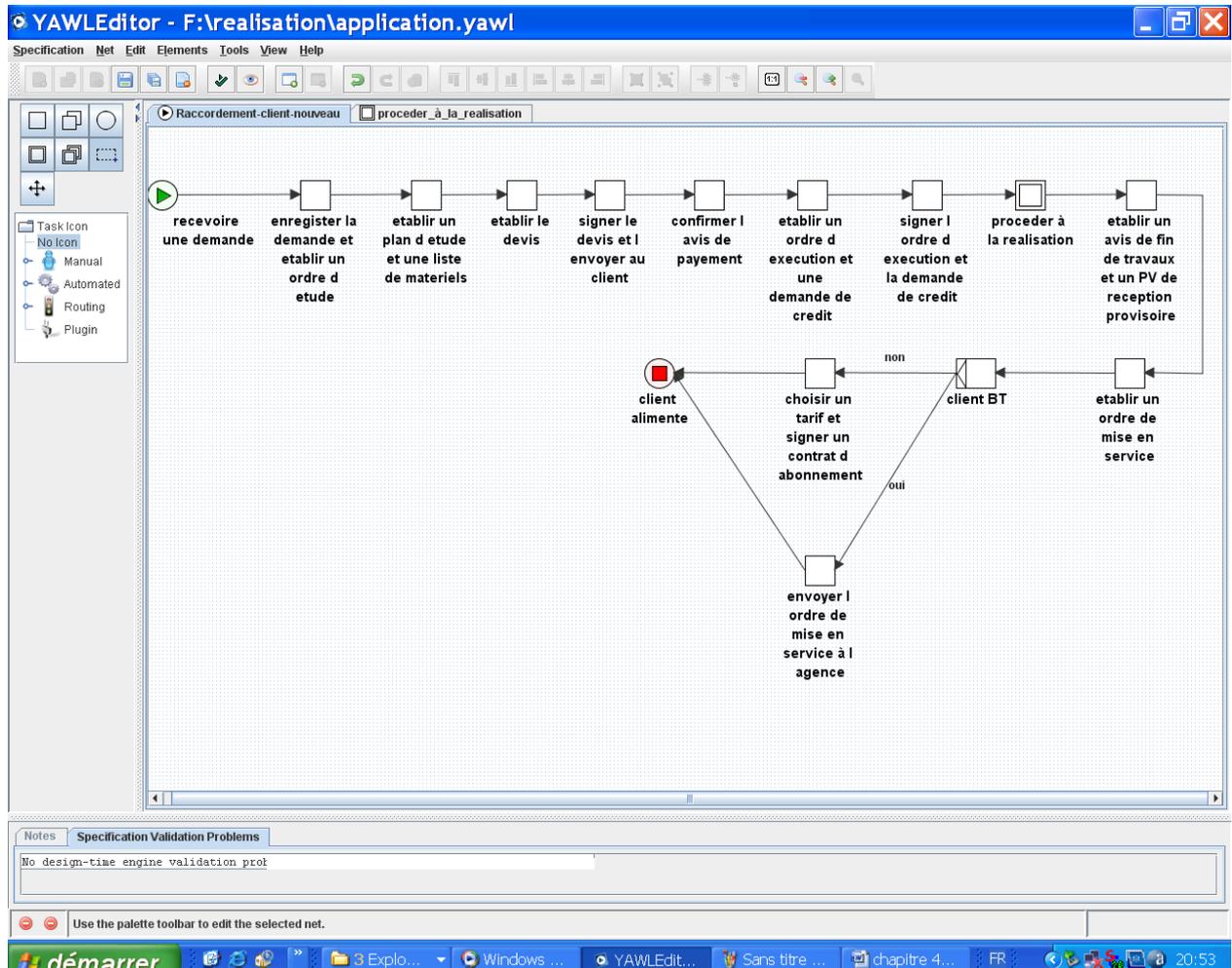


Figure IV.6 : Modélisation graphique d'un processus selon l'éditeur yawl

Après avoir obtenu cette modélisation graphique du processus, une réalisation de la solution avec yawl a été effectuée. Cette solution Open source est constituée de plusieurs étapes. Ces étapes peuvent être appliquées à tout projet d'implémentation d'un workflow. Mais les contraintes et les écueils sont spécifiquement dépendants des outils utilisés et du processus à gérer par le workflow.

Les étapes de la mise en œuvre de notre workflow sont évoquées dans l'annexe B de cette thèse.

### **Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons d'abord évoqué les fondements de MASP, puis les objectifs d'un processus, puis les objectifs d'un workflow sur lesquels doit se baser l'analyse d'un processus. Ensuite, nous avons essayé de récapituler les concepts sur lesquels doit se porter l'analyse. Cette dernière met en évidence les anomalies entravant le processus dans son déroulement. Pour modéliser un processus métier d'une organisation, nous avons projeté ce processus sur les concepts de l'ontologie modélisant tout processus. Ce processus réel peut contenir des anomalies selon les objectifs du workflow que nous avons essayé de modéliser par le concept anomalie (voir la figure IV. 2). Après analyse et obtention d'un processus normatif exempté des différentes anomalies, nous sommes passés à la modélisation graphique en utilisant les notations BPMN. Pour mettre en œuvre le modèle MASP nous avons proposé une démarche de sa mise en œuvre et un algorithme de modélisation selon MASP. Dans un dernier temps, nous nous sommes intéressés à l'évaluation de MASP et plus exactement à l'évaluation de sa démarche de mise en œuvre. Pour cela, nous avons d'abord évoqué le modèle relationnel obtenu à partir du méta-modèle, ensuite, nous avons étudié les règles d'analyse en évoquant l'analyse d'un processus en réponse aux exigences d'un utilisateur du processus et les objectifs d'un workflow. Cet ensemble de relations obtenu décrit le processus métier existant d'une manière exhaustive. La visualisation du processus consiste donc seulement à visualiser les relations une fois saisies. Pour ce faire un ensemble d'écrans correspondant à un développement a été présenté (voir annexe A) permettant de faire l'analyse de ces relations ce qui va engendrer le diagnostic du processus existant pour ainsi obtenir un processus métier normatif (sans dysfonctionnement). Ce processus normatif obtenu est modélisé en utilisant l'outil intalio dédié à BPMN ceci bien sûr en utilisant un processus réel ensuite nous l'avons présenté à l'outil yawl qui est un logiciel open source possédant son propre éditeur graphique avec lequel nous avons édité le processus réel (voir la figure IV.12) avant de le présenter à l'open source yawl (voir l'annexe B). Notre perspective est de faire la modélisation graphique des relations après correction montrant l'enchaînement des activités dans le processus normatif puis sa traduction en objets informatiques pour être interpréter par un moteur workflow.

Conclusion Générale et perspectives

## Conclusion générale et perspectives

---

Dans cette thèse, nous nous sommes intéressés à l'utilisation des concepts nés de l'approche des ontologies pour modéliser les processus caractérisant un Système d'Information, en vue de leur automatisation à travers un workflow. Nous avons notamment proposé un modèle d'analyse et de spécification de processus ainsi qu'une démarche de mise en œuvre.

La modélisation que nous avons proposée s'appelle MASP (Modèle d'Analyse et de Spécification de Processus). Elle se base sur l'instanciation d'un méta-modèle décrivant un processus suivant une multi-vues, l'acquisition des connaissances en utilisant toutes les formes d'enquêtes pour recueillir les informations concernant le processus en question et l'ingénierie des exigences pour tenir compte des besoins des utilisateurs futurs du système et une technique de modélisation graphique du processus pour mettre en évidence les tâches le formant et leur enchaînement, les différents intervenants dans les différentes tâches et les données manipulées. Ceci implique donc tenir compte des trois R caractérisant un workflow qui sont: Rôle, Rule et Route.

La démarche de mise en œuvre de MASP suit un plan de déroulement de trois étapes.

La première étape consiste en l'acquisition des connaissances concernant le processus en utilisant les différentes formes d'enquête (interview, analyse des documents, brainstorming, observation en état de travail ect.) et l'instanciation d'un méta- modèle décrivant le processus en question. A la fin de cette étape, on obtient un ensemble de structures de type base de données relationnelles contenant toutes les informations sur le processus en question.

La deuxième étape consiste en la validation de l'ensemble des structures obtenu à la première étape par un expert métier en prenant en compte un ensemble de critères de validation. Cet ensemble de critères est formé des objectifs du workflow et des exigences des utilisateurs du futur système. A la fin de cette étape on obtient l'ensemble de structures formant un processus normatif.

La troisième étape consiste en la modélisation graphique des structures validées en utilisant les notations de BPMN.

La modélisation graphique ainsi obtenue peut être présentée à un moteur workflow pour son orchestration (s'il s'agit d'un processus interne à l'organisation) ou pour sa chorégraphie (s'il s'agit d'un processus B to B) et l'exécution de ses différentes tâches.

## Conclusion générale et perspectives

---

Pour ce faire, nous avons étudié les systèmes d'informations collaboratifs en évoquant leur définition, l'apport des nouvelles technologies de l'information et de la communication pour la gestion et l'organisation des processus, les différents outils correspondants comme le groupware ses différents types d'applications et particulièrement les workflow.

L'étude des workflow nous a montré que tout processus candidat à un workflow doit être bien formalisé, chose qu'on ne trouve pas dans tous les processus. Pour rendre ce type de processus formels et les préparer à être exécutés par un workflow, nous avons présenté dans ce travail une modélisation ontologique permettant de décrire tout processus par un nombre fini de concepts. Cet ensemble de concepts et les liens existant entre eux ont permis d'obtenir un méta-modèle.

Pour aboutir à ce méta- modèle, nous avons d'abord étudié les ontologies en présentant leurs caractéristiques, leur apport dans la modélisation des processus, les différents types d'ontologies existantes. Ensuite, nous avons utilisé les ontologies du domaine pour construire une ontologie décrivant la statique de tout processus et une ontologie décrivant la dynamique du processus. Ensuite, nous avons jumelé les deux pour obtenir une ontologie que nous avons appelée méta-modèle de description d'un processus.

L'instanciation de ce dernier correspond à un processus particulier dans une organisation ce qui facilite alors le recueil d'information concernant un processus. Cette instanciation nous a incités à proposer une base de données relationnelle pour stocker les informations concernant un processus particulier.

L'étude de la démarche générale de modélisation de processus nous a montré que celle-ci a comme deuxième étape de modélisation l'analyse du processus existant. Néanmoins, cette démarche ne propose aucune analyse concrète. Ceci nous a conduits à étudier certaines techniques de modélisation de processus qu'elles soient des méthodes de conception de systèmes d'information comme SADT ,MCX, OSSAD,..., ou des langages de modélisation graphique comme UML, des techniques de modélisation graphique de processus comme les Réseaux de Pétri ou bien mêmes des outils workflow comme Bonita soft, yawl,...sur le plan analyse de l'existant. Cette étude nous a montré qu'aucune technique ne fait cette analyse concrètement même si pour certaines méthodes la cite bien dans sa démarche de conception.

Pour apporter une solution à ce problème, nous avons donc proposé une nouvelle démarche de mise en œuvre d'une modélisation de processus que nous avons nommée MASP

## Conclusion générale et perspectives

---

(modélisation pour l'analyse et la spécification des processus). Ce qui constitue alors le dernier point de notre travail.

La mise en œuvre de MASP est de ce point de vue une démarche complète de spécification incluant une analyse évaluative.

Nous avons ensuite appliqué MASP sur un cas réel jusqu'à obtention d'une modélisation graphique suivant les notations de BPMN par les outils Intalio et YAWL, ainsi décrit dans le dernier chapitre.

Bien que les questions ouvertes par ce travail restent nombreuses, un certain nombre d'entre elles étant du reste évoquées ici, les résultats obtenus semblent encourageants dans le sens d'une formalisation plus rigoureuse de l'appréhension d'une réalité organisationnelle. Au-delà de la réponse à ces différentes questions, qui constituent une perspective à notre travail, nous envisageons également, à terme, d'examiner l'introduction d'une modélisation strictement formelle à l'aide d'un modèle mathématique, l'image de ce qui est présenté dans [Manoli & Dimitris 2009].

## Références bibliographiques

---

Aalst & al. 2011] :W.P.V.D “Modern Business Process Automation: YAWL and its Support Environment”, Yawl Foundation, éditions, 2011.

[Ames& al. 1997]: C.K. Ames, S.C. Burleigh, J.M. Stephen, “WWW Workflow: World Wide Web based Workflow”, *Jet Propulsion Laboratory Proceedings of The Thirtieth Annual Hawaii International Conference on System Sciences ISBN0-8186-7862-3/97 1997 IEEE*.

[Abel 2004]: Abel, M. H. « Utilisation de normes et standards dans le projet MEMORAE », in distances et savoirs, 2004.

[Aussenac & Mothe 2004] : Aussenac, N., Mothe, J. « Ontologies as background knowledge to explore document collections », In Actes de la Conférence sur la Recherche d'Information Assistée par Ordinateur (RIAO), pp 129-142, 2004.

[Ben Chikh & al 2009] : Ben Cheikh, A., Rieu, D., Front, A.« Une méthode de réingénierie des processus métier basés sur un méta- modèle multi-vues. », 27<sup>ième</sup> congrès INFORSID, Toulouse mai 2009.

[Blau 2001] : Blau, M. " gestion électronique documentaire, système de gestion de workflow et possibilité d'intégration de ces systèmes", diplôme post-gradué en informatique et organisation de Lausanne. Soutenue en 2001/2002. Disponibilité de l'adresse : <http://inforge.unil.ch>.

[Briand & al. 1986]: Briand , h. Grampes, J.B. Ducateau, c. Hebrial, y. Herin-aime, d. Kouloumdjian, j. Sabatier, r. “ les systèmes d’information analyse et conception.”, Galacsi, Dunod Informatique, 1986.

[Brewster & al. 2004] : Brewster, C. Alani, H. Dasmahapatra, S. Wilks, Y. « Data driven ontology evaluation », In Proceedings of 4<sup>th</sup> International Conference on Language Resources and Evaluation, 2004.

[Booch & al 2003]: Booch, G., Rumbaugh, J. Jacobson, I. « Le guide de l'utilisateur UML », édition Eyrolles, 2003.

[Bodart & Pigneur 1989]: Bodart, F. Pigneur, Y. « Conception des Systèmes d'Information Méthode- Modèles – Outils » édition Masson, 1989.

## Références bibliographiques

---

[Borst 1997]: Borst, P. « Construction of Engineering Ontologies for Knowledge Sharing and Reuse », PH.D Dissertation, Tweente University, 1997.

[Brunet & al 1991] : Brunet, E., Toussaint, C. Toyé. M., et Ascopa., S. « Exemples d'applications Industrielles de la méthode KADS » In *Avignon-91, Vol. 1*, pp 393-406.

[Bouarab, Si-Mohammed & al 2010]: Bouarab - Dahmani, F., Si-Mohammed, M. , Comparot, C. et Charrel, P.J., « teaching domain representation and learner's evaluation in a platform relational databases e-learning», Proceedings of the 2010 International Joint Conferences on e-CASE and e-Technology, January 25-27.

[BPMNI 2004] : Business Process Management Initiative “Business Process Modeling Notation (BPMN)”, Version 1.0 - May 3, 2004

[Chaffey 1998]: Chaffey, D. « Groupware, workflow et intranets: Digital Press », 1998.

[Castellani 1987]: Castellani, X. « Méthode générale d'analyse d'une application informatique », Tome 0, édition Masson, 1987.

[Charlet 2002] J. Charlet, L'ingénierie des connaissances, développements, résultats et perspectives pour la gestion des connaissances médicales, Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, Université Pierre et Marie Curie, Paris, 2002.

[Courtois 2001] :T. Courtois, « Flow Mind 3.1 se met au service du B to B», Décision Micro (n°0450), Janvier 2001.

[Collongues & al. 1986] : Collongues, A. Hugues, J. Laroche, B. « Merise, méthode de conception », édition Dunod Informatique, 1986.

[Dieng & al 2001] : Dieng, R., Corby, O., Gandon, F., Giboin, A., Golbiowska, J., Matta, N., Ribière, M., « Méthodes et outils pour la gestion des connaissances » Une approche pluridisciplinaire du Knowledge Management. IIème édition, Dunod 2001.

[Dieng 1990] : Dieng, R., « Méthodes et outils d'acquisition des connaissances. » in *ergo - ia - 90*, pp 245 – 271, Biarritz, France, septembre 1990.

[Dumas & Charbonnel 1990] : Dumas, P. et Charbonnel, G., « La méthode ossad pour maîtriser les technologies de l'information ». Les éditions des organisations ; 1990. ISBN : 2-7081-1209.

## Références bibliographiques

---

- [Frey 1999] : Frey " La gestion de documents à travers une application workflow", Diplôme post- gradué en informatique et organisation, université de Lausanne, soutenue 1999/2000.
- [Fernandez & al. 1997] : Fernandez,M. Gómez-Pérez A., N. Juristo, N. « Methontology: from ontological art towards ontological engineering », In Proceedings of the Spring Symposium Series on Ontological Engineering (AAAI'97), 1997.
- [Furst 2004], F. Furst, Contribution à l'ingénierie des ontologies : une méthode et un outil d'opérationnalisation, Thèse de doctorat, Université de Nantes, 2004.
- [Gandon 2006] : Gandon, F., « Ontologie informatique.mht », interstices, 22/05/ 2006.
- [Glassay & Chappelet 2002] : Glassey,O., Chappelet, J.L. « Comparaison de trois techniques de modélisation de processus: ADONIS, OSSAD et UML », UER: Management public / Systèmes d'information Working paper de l'IDHEAP no 14/2002, novembre 2002. <http://www.idheap.ch>.
- [Gomez-Pérez & al. 1996] : Gómez-Pérez, A. Fernandez, M. de Vicente A.J. «Towards a Method to Conceptualize Domain Ontologies », In Proceedings of the European Conference on Artificial Intelligence (ECAI'96), pp 41–52, 1996.
- [Gomez-pérez & al. 2004] : Gomez- pérez, A. Fernandez- lopez, M. Corcho, O. « Ontological engineering », Advanced Information and knoedg, Madrid, Spain : Springer, 2 édition, 2004.
- [Gruber 1995]: Gruber, T., "Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing", *international journal of human computer studies*, 43(5-6), p. 907-928.
- [Gruber 1993]: Thomas R. Gruber, "Towards Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing in Formal Otology in Conceptual Analysis and Knowledge Representation", Kluwer Academic Publishers, 1993.
- [Guarino & al. 1994] : Guarino, N. Carrara, M. Giaretta, P. "Formalizing ontological commitments", in national conference of the Americain Association on artificielle Intelligence (AAAI), 1994.

## Références bibliographiques

---

[Guarino 1998] : Guarino, N. « Some ontological principles for designing upper level lexical resources », In Proceedings of the 1<sup>st</sup> International Conference on Language Resources and Evaluation, 1998.

[Guarino 1999]: Guarino, N. “Formal ontologies and information système”, in Guarino, N., éditeur, proceedings of fois’98, IOS Press, Amsterdam, 1998.

[Gruninger & Fox 1995] : M. Gruninger, M. Fox, Methodology for the design and evaluation of ontologies, In Proceedings of the IJCAI’95 Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing, 1995.

[Hoffman 1989]: Hoffman, R. «A survey of methods for eliciting the Knowledge of Experts. ». In *Newsletter, Knowledge Acquisition Special Issue.* , 19-27, April 1989.

[Hameurlain & al 2009]: Hameurlain, N. Hanachi, C. Sibertin- Blanc, C. « A Petri Net Approach to build and Execute Missioned Mobile Agents », University of Toulouse1, place Anatole France 31042, Toulouse {Nabil, Hanachi, [sibertin](mailto:sibertin@univ-tlse1.fr)}@univ-tlse1.fr, 2009.

[Hernandez 2004] : Hernandez, N. Aussenac-Gilles, N. « OntoExplo : Ontologies pour l'aide à une activité de veille ou d'exploration d'un domaine », In Actes de la VIème Journées de l'innovation, 2004.

[Hernandez 2005] : Hernandez, N. « ontologies de domaine pour la modélisation du contexte en recherche d'information ». Laboratoire IRIT – Pôle SIG-EVI **Thèse** Présentée devant L’Université Paul Sabatier de Toulouse en vue de l’obtention du Doctorat de l’Université Paul Sabatier Spécialité Informatique, Novembre 2005.

[Izza 2000] : Izza S. « Modélisation des systèmes d’information : Proposition d’un Formalisme pour l’analyse de l’existant. » Thèse de Magister, 2000, UMMTO, Algérie.

[Jacobsen& al 2001]: Jacobson, I. Grady, B. Rumbaugh, J. " UML, le guide de l'utilisateur ", Edition Errolles 2001.

[Kassel 2002] : Kassel, G. « Ontospec : une méthode de spécification semi informelle d’ontologies », in actes des journées francophones d’ingénierie des connaissances, IC’2002.

[Kaveh 2004] : Kaveh, B. « Groupe Interface des Systèmes d’Information », mémoire de DEA en Management et technologies des systèmes d’information, Centre universitaire d’informatique, Université de Genève Suisse, 2004.

## Références bibliographiques

---

- [ Kettani & al. 2001 ] : Kettani, N. Mignit, D. Paré, R. Sabroux, C. « de MERISE à UML » Edition Eyrolles 2001.
- [Khoshafian & Buckewiez 2002] : Khoshafian, S. Buckewiez, M.  
"Groupware et workflow ", inter édition 2002.
- [Krivine & David 1991]: Krivine, J.P., David., J.M. « L'acquisition des connaissances vue comme un processus de modélisation : méthodes et outils. », *Intellectica*, 1991.
- [Ladriere 1995] : Ladriere, J. « Relations» Encyclopédie Universalise, 1995.
- [Leroux 1994] : Leroux, B. « Elément d'une approche constructive de modélisation et de la réutilisation en acquisition des connaissances », LAFORIA 6 décembre 1994.
- [Levan 2000] : Levan, S. K., « Le projet workflow », 2<sup>ème</sup> édition, tirage 2000, Eyrolles.
- [Manolis & Dimitris 2009]: Monali, K., Dimitris, P., « Business Process Modeling and design: a formal model and methodology. » [manolis@di.uoa.gr](mailto:manolis@di.uoa.gr), [dp@csd.usf.edu.gr](mailto:dp@csd.usf.edu.gr).
- [Miller 1988] : Miller, G. A. « Nouns in WordNet, In WordNet, An Electronic Lexical Database » C. Fellbaum (Ed), pp 23-46, MIT Press, 1988.
- [Morley & al 2006]: Morley, C., Hugues, J., Leblanc, B., Hugue, O.  
« Processus métiers et SI » évaluation, modélisation, mise en œuvre. , edition dunod 2006.
- [Omg 2006]: Object Management group, « Business process modeling notation specification. », rapport technique, [www.omg.org](http://www.omg.org), 2006.
- [Omg 2007]: Object Management group, « Business Process Definition Meta-model Specification. », Rapport technique, [www.omg.org](http://www.omg.org), 2007.
- [Omg 2008]: Object Management group, «Modèle de processus métiers et Notation BPMN», <http://www.omg.org/spec/BPMN/1.1>, 2008.
- [Oryx 2003] : Oryx « Système d'information. Choix d'outils de modélisation de processus », Version 2, date : 03 février 2003, site web: [www.oryx-si.com](http://www.oryx-si.com)
- [Panet & Letouch 1994] : G. Panet., G., Letouch., R. « Merise/2, modèles et techniques avancés. », Les éditions d'organisation 1994.
- [Quatrani 2000] : Quatrani, T. « Modélisation UML avec rationnel rose », Eyrolles 2000.

## Références bibliographiques

---

[Raumauch & al 1995]: Raumauch, J., Blaha, M., EDDY., F., Premerlani., W., Lorensen., W. « Modélisation et conception orienté objet », 2<sup>ème</sup> génération de la méthode.

OMT, MASSON, Paris, 1995.

[Saadoun 2002] : Saadoun, M. « Le workflow pour automatiser les procédures et tâches répétitives », INEDIT, 2002. Disponible à l'adresse : <http://inforge.unil.ch>.

[Saikali 2001]: Saikali, K. « Flexibilité des workflow par l'approche objet, 2flow, un framework pour workflow flexible », these, de l'Ecole Centrale de Lyon, 2001.

[Salton 1971]: Salton, G. «The Smart Retrieval System », Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1971.

[Studer & al 1998]: Studer, R. Benjamins, R. Fensel, D. Knowledge Engineering: Principles and Methods, Data and Knowledge Engineering, 25(1-2) pp 161-197, 1998.

[Si-Mohammed 1990] : Si-mohammed, M. « Systèmes experts et conception des systèmes d'information : assistance à l'étude de l'existant. », Thèse de doctorat, UPS Toulouse, 1990.

[Sini & Si-Mohammed 1997] : Sini, G. Si-mohammed, M. «Un cadre pour la conception des systèmes d'informations ».Proceeding de la conférence ISPS'97, Algérie 1997.

[Sini & Si-Mohammed 2006] : Sini, G. Si-mohammed, M. « Capitalisation du savoir-faire de l'entreprise par la modélisation des processus-métier », Conférence A.F.M.E. Les nouvelles frontières de l'entreprise. « Organiser son corê Business » 19 -20 juin 2006 UQAM CANADA MONTREAL.

[Sini & Si-Mohammed 2010]: Sini, G. Si-Mohammed, M. «Progressive knowledge acquisition for the processus formalization. », Proceeding of the 2010 International Joint Conferences on e-CASE and e-Technology, January 25-27.

[Sini & al. 2012]: Sini, G. Hameg, S., Si-Mohammed, M., “The visualization of knowledge of a company based on ontology for an analysis”, Conference Fee for e-case & e- tech 2012, 30 mars au premier avril 2012.

[Sini & al 2012a]: Sini, G. Comparot, C. Si-Mohammed, M.,” MASP A Model for Business processes Analysis and Specification”, International Journal of Advanced Research in Computer Volume 3, No. 3, May-June 2012.

## Références bibliographiques

---

[Staab & Madche 2000]: Staab, S. Maedche, A. “Axioms are objects too: Ontology engineering beyond the modelling of concepts and relations.” Research report 399, Institute AIFB, Karlsruhe, 2000.

[Stephan 2004]: Stephan, A. « Introduction to BPMN », IBM Corporation, 3 Mai 2004.

[Sowa 2000]: Sowa, J. “Ontology Metadata and semiotics”, in 8 th International Conference en conceptual Structures 2000.

[Uschold & Grûminger 1996]: Uschold, M. Grûminger, M. “Ontologies : Principles, Méthods and application”., Knowledge engineering review, vol.11, N2, 1996.

[Uschold & King 1995]: Uschold, M., King, M. “Towards a Methodology for Building Ontologies ». In Proceedings of the Workshop on Basic. Ontological Issues in Knowledge Sharing at the International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI'1995), 1995.

**[WFMC 95]:** workflow management coalition, the reference model, document number TC 00-1003, 1995.Disponible à l'adresse: [www.wfmc.com](http://www.wfmc.com).

[WfMC 1999]: WfMC-TC-1011 v3 (1999) Workflow Terminology & Glossary, February 1999.

[Welty & Guarino 2001]: Welty, C., Guarino, N., “Supporting ontological analysis of taxonomic relationships”, Data et Knowledge Engineering (39), 2001, pp 51- 74.

[Yves 2006] : Yves, C. « Urbanisation et BPMN le point de vue d'un DSI », 2<sup>ième</sup> édition Dunod 2006.

### Visualisation d'un processus en vue d'une analyse

Le développement de l'application pour répondre aux deux premières étapes de la démarche de MASP sont :

Instanciation du méta-modèle et stockage des informations concernant le processus dans une base de données de type relationnel. Ces informations sont obtenues après enquête et interview des personnes intervenant au niveau du processus. Ceci est mis en évidence par les écrans un et deux comme suit :

Le premier écran de cette application concernant l'analyse est comme suit :

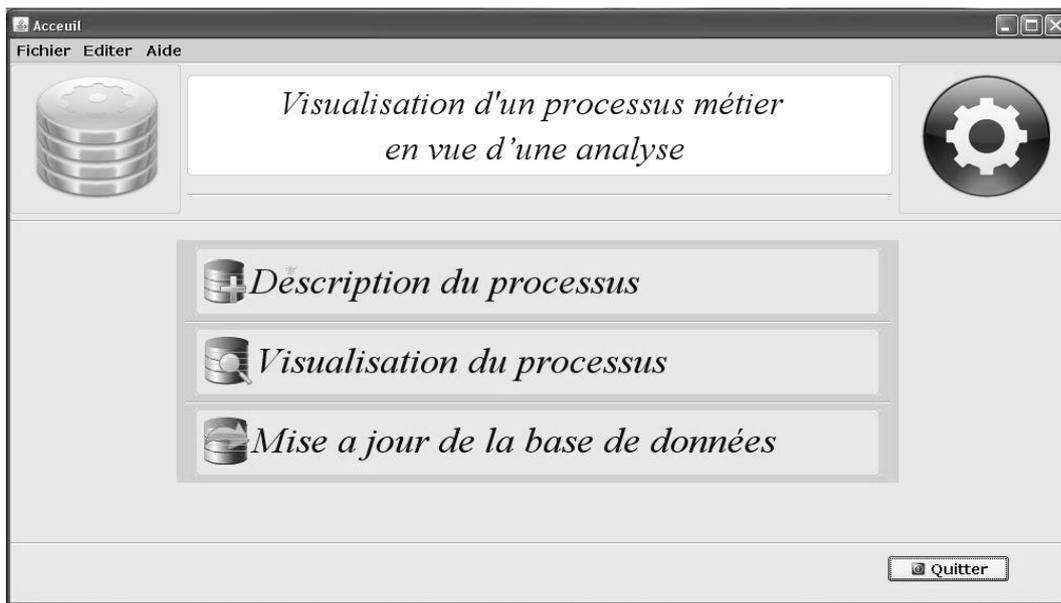


Figure 1 : Première Interface concernant la visualisation d'un processus en vue d'une analyse

Si on clique sur « Description de processus », nous aurons l'écran suivant:

Figure 2 : saisie des informations concernant un processus donné

Pour faire l'analyse proprement dite du processus, l'expert métier aura l'écran suivant :

Figure 3 : Visualisation des données concernant un processus

Cette visualisation va permettre à l'expert métier d'analyser le processus et de remédier aux anomalies.

## **Exécution de l'application relative au raccordement d'un nouveau client au niveau de la compagnie de gaz et d'électricité en utilisant l'outil logiciel Yawl**

Après avoir modélisé notre processus à l'aide des notations de BPMN grâce à son outil intalio, nous allons établir «une réalisation d'une solution open source à titre expérimental ».

Pour cela nous avons utilisé l'outil open source YAWL comme système de gestion de workflow et nous nous sommes servis du diagramme de processus de raccordement nouveau client (voir page correspondante dans la thèse).

Avant de procéder à la démonstration du logiciel obtenu, nous présentons l'étude du système de gestion des workflow YAWL.

### **1. Etude du système de gestion des workflow Yawl (Yet Another Workflow Language) :**

C'est après une étude approfondie du marché du workflow que des chercheurs des universités de Queensland en Australie (Arthur ter Hofstede) ainsi que d'Eindhoven au Pays-Bas (WIL VAN DER AALST) ont uni leurs efforts et ont créé YAWL « Yet Another Workflow Language » en 2002.

Yawl est aussi un système de gestion Workflow. Basé sur un langage de modélisation puissant, yawl manipule des données complexes, des transformations, l'intégration avec les ressources d'organisation et l'intégration des services Web. Construit sous Java, il utilise le schéma XML et XQuery .Yawl est le seul système de gestion de workflow qui supporte le langage yawl à l'heure actuelle.

#### **\* Yawl engine (moteur de Yawl):**

Le composant principal dans yawl est son moteur, qui est responsable de déployer, de valider, et d'exécuter les spécifications de workflow. Une fois que la spécification est déployée, des instances de workflow peuvent être lancées. L'aspect clé qui distingue yawl des autres systèmes de gestion de workflow traditionnels est que le moteur dans ces derniers est responsable de (quoi, quand, comment, par qui) alors que le moteur de yawl prend seulement en charge (qui, et quand).

#### **\* Yawl editor (éditeur de Yawl):**

C'est un outil pour créer, éditer, valider et analyser des spécifications de workflow. La modélisation sous Yawl editor est simple. Comme dans toute modélisation, une condition d'entrée et une condition de sortie sont obligatoires. Les tâches atomiques sont dédiées à une action simple tandis que les composites permettent une décomposition vers un nouveau processus. Les tâches multi instances permettent de lancer plusieurs fois l'action en parallèle.

\* **Yawl services :**

Voilà une description de quelques services de YAWL :

□ **Worklist service** : C'est le composant utilisé pour assigner la tâche à l'utilisateur. Ce service permet aux utilisateurs d'accepter les tâches et signaler leur accomplissement.

□ **Web service** : C'est l'intermédiaire entre le moteur et tout autre Web service qui peuvent être appelé par le moteur. Noter qu'il est peu probable que le service Web pourra se relier directement au moteur, puisqu'ils seront typiquement conçus pour plus d'usage universel que juste interaction avec le moteur workflow.

□ **Custom services** : sont les applications externes qui sont en interaction avec yawl engine par des messages XML/HTTP par l'intermédiaire de certains points finaux, certains situés du côté de moteur et d'autres du côté de service. Les customs services sont inscrits au yawl engine en spécifiant leur endroit, sous forme d'URL.

Une fois qu'il est enregistré, un custom service peut envoyer et recevoir des messages XML au moteur.

## 2- Avantages de Yawl :

- \* La perspective de données dans yawl est représentée par l'utilisation du schéma XML, du XPath et du XQuery.
- \* Yawl offre le support complet des modèles de ressource. C'est le langage de spécifications de processus le plus puissant pour saisir des conditions d'assignation de ressources.
- \* yawl offre un certain nombre d'installateurs automatiques et un environnement graphique intuitif de conception.
- \* les tâches dans yawl peuvent être faites par des participants humains, des services Web, applications externes ou aux classes Java.

- \* Les environnements de yawl supportent la génération automatisée des formulaires.

### 3- Technologies utilisées :

- \* **XML** : (Extensible Markup Language : langage informatique pour structurer et transporter les informations). Les processus sont, depuis l'éditeur, exportés dans des fichiers XML les décrivant, semblables dans leurs fonctions, aux fichiers BPEL.
- \* **XQuery** : Le XQuery est un langage de requêtes qui permet d'extraire des informations d'un fichier XML. Sémantiquement proche du XML, il utilise la syntaxe XPath pour s'adresser à des parties spécifiques d'un document XML. En l'occurrence sur YAWL, un générateur de XPath est intégré et permet de générer ces requêtes.
- \* **Web services** : L'atout de YAWL en matière d'intégration, c'est qu'il permet d'exécuter des services web et de leur passer des paramètres.

### 4. Environnement de travail :

La préparation de notre environnement pour la réalisation de notre workflow avec yawl n'était pas difficile. En effet nous avons utilisés :

Yawl4study version 2.0 (sous le serveur apache tomcat version 5.5.26) téléchargeable sur le site officiel<sup>10</sup> sous forme : « YAWL4Study windows 2.0.exe ».

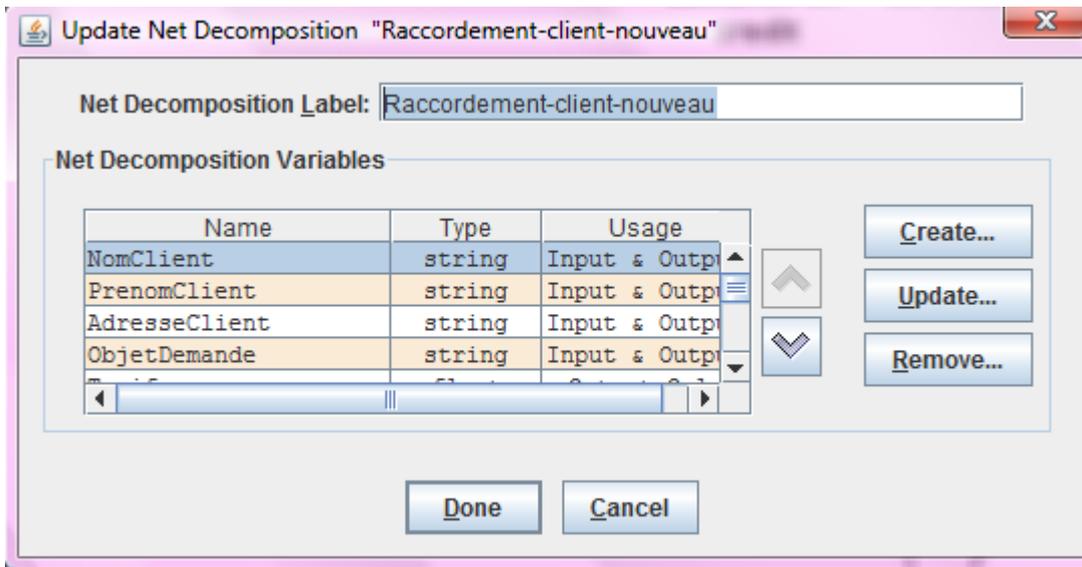
**Remarque** : pour linux le fichier à télécharger est : « YAWL4Study linux 2.0.bin » Pour Mac OSX le fichier à télécharger est : « YAWL4Study osx 2.0.app.

Pour l'exécution voici quelques écrans :

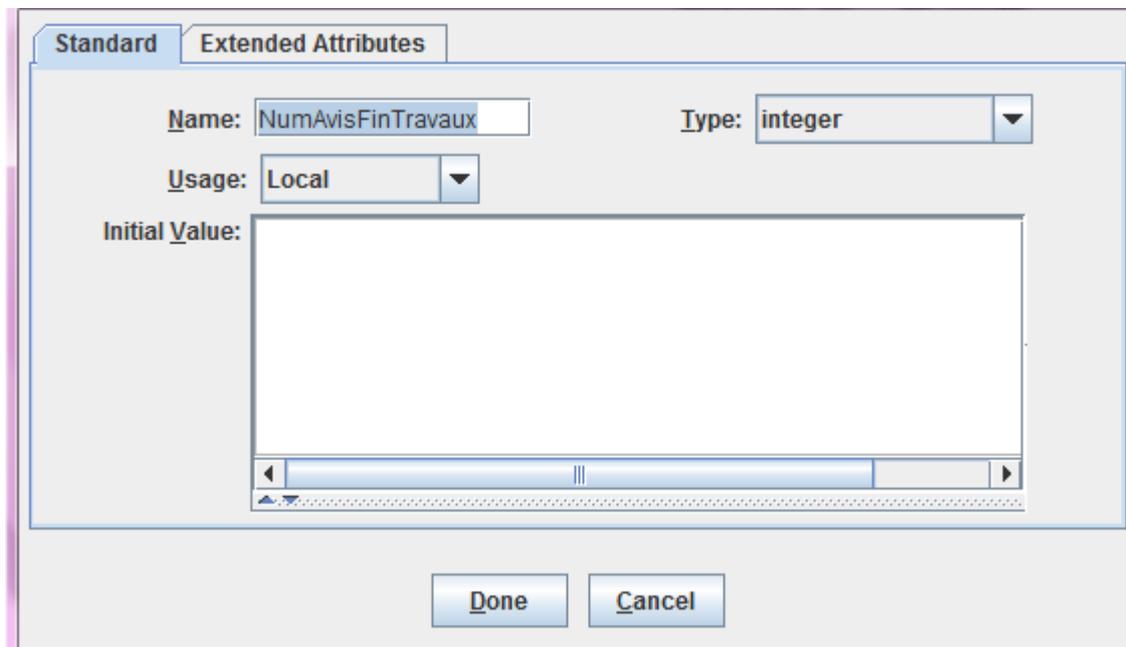
Pour créer les instances du processus et des sous processus correspondants, nous avons obtenu l'écran suivant :

---

<sup>10</sup> <http://www.yawlfoundation.org>



- Pour créer les tâches correspondantes à un processus, nous avons obtenu l'écran suivant :

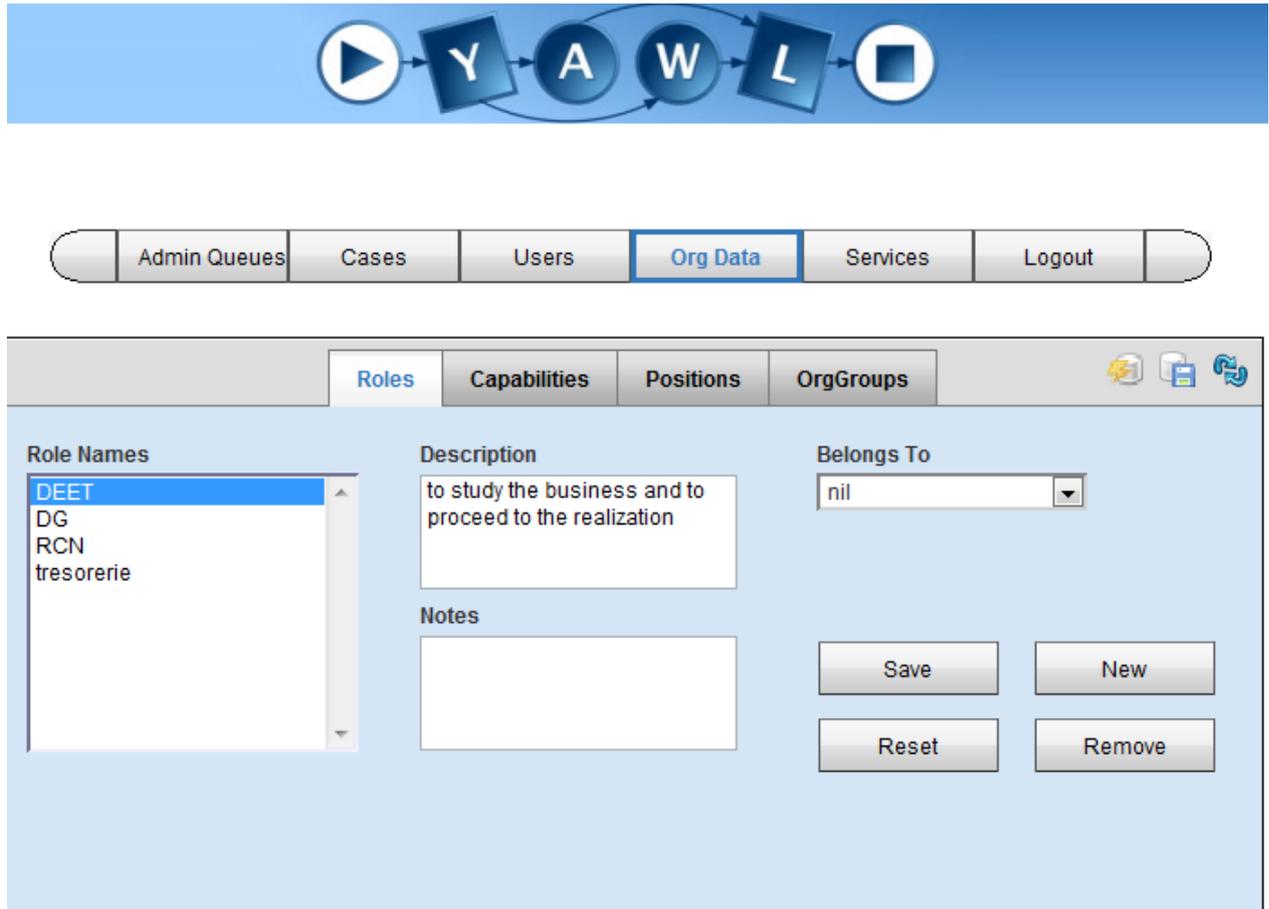


Dans notre processus nous avons un réseau principal (net principal) et un seul sous réseau (sous net). Chacun des deux nets possède plusieurs tâches atomiques.

Une fois la définition du processus est terminée dans l'éditeur, nous pouvons le valider pour tester son exécution, puis l'analyser pour vérifier son intégrité, et enregistrer le fichier. Il sera en format XML, prêt à être lancé par le moteur de workflow.

Avant de lancer workflow, il faut élaborer la définition des rôles, des utilisateurs et l'assignement des rôles pour chaque tâche.

La définition des rôles se fait dans la console de yawl comme suit :



Cette figure montre les rôles créés. Du côté de la console du yawl, nous avons aussi défini des utilisateurs qui correspondent aux rôles déjà définis.



Edit Work Item: 43.1

**enregister la demande et etablir un ordre d etude**

NumDemande:

NumOrdreEtude:

**Client**

Nom:

Prenom:

Adresse:

ObjetDemande:

Cancel

Save

Complete



## Edit Work Item: 43.1

**enregistrer la demande et etablir un ordre d etude**

NumDemande:

NumOrdreEtude:

**Client**

Nom:

Prenom:

Adresse:

ObjetDemande:

Avec la console de Yawl on peut aussi voir les différentes instances de workflow lancées, l'état d'avancement de chaque instance et d'autres informations relatives à chaque activité (date de début, date de fin, l'acteur qui l'a réalisé...), comme le montre la figure suivante :



- Work Queues
- Edit Profile
- Team Queues
- Admin Queue**
- Cases
- Users
- Org Data
- Services
- Logout

Unoffered (0) Worklisted (3)

Work Items

- 47:etablir\_un\_plan\_d\_etude\_et\_une\_liste\_de\_
- 46:etablir\_le\_devis\_35**
- 48:enregistrer\_la\_demande\_et\_etablir\_un\_ordi

Specification: application.yawl

Task: etablir le devis

Case: 46

Status: Enabled

Created: mai:04, 2010 10:36:56

Age: 0:00:01:26

Assigned To (1): AGENT, RCN

Resource State: Offered

Buttons: Reoffer, Reallocate, Restart

Directly to me

