



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS MOSTAGANEM

Faculté des Sciences Exactes & Informatique
Département d'Informatique

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
Pour l'Obtention du Diplôme de Master en Informatique
Option : Ingénierie des Systèmes d'Information
Thème

**Modélisation d'un processus de concurrent engineering :
étude comparatif BPM/Workflow**

Présenté par :

Noms et prénoms des étudiants :

- **BOUAICHA** **Abdessamed**
- **OULD SI BOUZIANE** **Abdelatif**

Encadré par:

- **LAREDJ** **Mohamed Adnane**

Année Universitaire 2011/ 2012

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENT	5
RÉSUMÉ.....	6
INTRODUCTION.....	7
1. TERMINOLOGIE.....	9
1.1. Introduction	10
1.2. La coopération	10
1.3. La coordination.....	10
1.4. La collaboration.....	11
1.5. La communication	11
1.6. Le travail collectif.....	11
1.7. Acteurs.....	12
1.7.1. Individu	12
1.7.2. Groupe ou équipe	12
1.8. Conclusion	12
2. LE TRAVAIL COOPERATIF ASSISTE PAR ORDINATEUR (TCAO).....	13
2.1. Introduction	14
2.2. Définition.....	14
2.3. Collecticiel (GROUPWARE).....	15
2.4. Vision du TCAO sur les Collecticiels	15
2.5. Critères liée au Fonctionnalités des Collecticiels	16
2.5.1. Critères lié au lieu d'utilisation	16
2.5.2. Critères lié au temps.....	16
2.5.3. Critères lié aux types d'interactions	16
2.5.4. Critères lie à la fonction de l'outil	16
2.5.5. Critères lie aux plateformes matérielles et logicielles	17
2.5.6. Critères lie à d'architecture matérielle	17
2.6. Conclusion	17
3. LA TECHNOLOGIE DE WORKFLOW	18
3.1. Introduction	19
3.2. Qu'es ce qu'un Workflow ?.....	19
3.3. Définitions de base du workflow	20
3.4. Concepts et terminologie de workflow.....	21
3.5. Classification des workflows selon McReady.....	23
3.6. Model de reference des systemes workflow	24
3.6.1. Interface 1 : Outils de définition de procédures.....	24
3.6.2. Interface 2 : Applications clientes workflow	25
3.6.3. Interface 3 : Applications invoquées.....	25
3.6.4. Interface 4 : Autres services d'exécution de workflows.....	25
3.6.5. Interface 5 : Outils d'administration et de contrôle	25
3.7. Modélisation des processus workflow	25
3.7.1. Aspects à modéliser	26
3.7.2. Techniques et outils de modélisation de workflow.....	27
3.8. Conclusion	27
4. BUSINESS PROCESS MANAGEMENT (BPM).....	28
4.1. Introduction	29
4.2. Définition.....	29
4.3. Contexte et problématique	29
4.4. Démarches de (BPM)	29
4.5. Synthèse des approches de gestion des processus	30

4.6. Qu'est-ce qui différencie une application BPM ?	31
4.7. BPMN	32
4.8. Notation de BPMN vs UML diagramme d'activité.....	33
4.8.1. Introduction à BPMN 1.1	33
4.8.2. Introduction à UML (Diagramme d'Activité).....	37
4.8.3. Les modèles de structure de contrôle (Control-flow).....	40
4.8.4. Les modèles de données.....	41
4.8.5. Les modèles de ressources	43
4.9. Conclusion	43
5. CONCURRENT ENGINEERING (INGENIERIE SIMULTANEE).....	44
5.1. Introduction	45
5.2. Ingénierie séquentielle vs Ingénierie simultanée.....	45
5.2.1. Ingénierie séquentielle	45
5.2.2. Ingénierie simultanée	48
5.3. Exemple industrielle d'application de l'ingénierie simultanée	49
5.3.1. Facom mis sur ces partenaires industrielles	49
5.4. Conclusion	50
6. IMPLEMENTATION	51
6.1. Introduction	52
6.2. La plateforme .net et le .net Framework [V2B, 2012].....	52
6.3. Historique du .net Framework	55
6.4. L'Environnement de Travail.....	56
6.5. Visual studio 2010 premium.....	56
6.5.1. Spécificités (Avantages)	57
6.6. Smart Business Modeler	57
6.6.1. Icône et écran de démarrage.....	57
6.6.2. Interface du logiciel «Smart Business Modeler »	57
6.6.3. Ruban du logiciel	58
6.6.4. Menu et choix de méthode (UML AD/BPMN)	58
6.7. Exemples de modélisation	59
6.7.1. Partie BPMN	59
6.7.2. Partie UML	59
6.8. Conclusion	60
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES	61
BIBLIOGRAPHIES	62

LISTE DES FIGURES

Figure 3.1 : Dimensions des systèmes workflow	22
Figure 3.2 : Une classification des systèmes workflow	23
Figure 3.3 : Modèle de référence: Composants et Interfaces des systèmes workflow.....	24
Figure 4.1 : Éléments de la notation BPMN.	32
Figure 4.2 : les éléments de catégories de base.....	34
Figure 4.3 : La liste complète des types d'événements BPMN	35
Figure 4.4 : La liste complète des types de contrôle de passerelle BPMN	35
Figure 4.5 : Objets de Connexion.....	35
Figure 4.6 : Couloir	36
Figure 4.7 : Principe avec deux couloirs (a pool with two lanes)	36
Figure 4.8 : Les Artefacts	36
Figure 4.9 : les Actions	38
Figure 4.10 : Les Activités	38

Figure 4.11 : les Objets de Données	39
Figure 4.12 : Les Nœuds de contrôles.....	39
Figure 4.13 : Les Partitions	39
Figure 4.14 : Exemple structure de contrôle 1	41
Figure 4.15 : Exemple structure de contrôle 2	41
Figure 4.16 : Exemple modèles de visibilité 1	42
Figure 4.17 : Exemple modèles de visibilité 2	42
Figure 5.1 : Représentation schématique du processus d'ingénierie séquentielle	46
Figure 5.2 : Influence des modifications sur les coûts	47
Figure 5.3 : Le gain en temps de l'approche concourante versus l'approche séquentielle	50
Figure 6.1 : La plateforme.net	52
Figure 6.2 : Microsoft .net Partner solution	53
Figure 6.3 : Le .net Framework la CLR et CLI	53
Figure 6.4 : le standard ECMA	54
Figure 6.5 : la notion de classes unifiées	55
Figure 6.6 : Evolution de la CLR	56
Figure 6.7 : la famille de produit Visual Studio 2010.....	56
Figure 6.8 : Icône du logiciel	57
Figure 6.9 : Ecran de démarrage du logiciel	57
Figure 6.10 : Interface du logiciel «Smart Business Modeler ».....	58
Figure 6.11 : Ruban du logiciel «Smart Business Modeler ».....	58
Figure 6.12 : Menu et choix de méthode (UML AD/BPMN)	58
Figure 6.13 : Expanders (BPMN)	59
Figure 6.14 : Diagramme réalisé avec BPMN.	59
Figure 6.15 : Expanders (UML AD)	60
Figure 6.16 : Diagramme réalisé avec UML AD.	60

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 4.1 : Comparaison des démarches de gestion des processus	30
Tableau 6.1 : Historique du .net Framework	55

REMERCIEMENT

*Nous remercions Allah de nous avoir donné la force, la patience et la
Volonté d'arriver au terme de ce travail.*

Nos parents, Nos frères, Nos sœurs

Qu'Allah les garde.

Tous nos profs, nos amis.

RÉSUMÉ

Les technologies de la collaboration suscitent de nombreuses études sur la façon de concevoir et de développer des systèmes de TCAO (Travail Coopératif Assisté par Ordinateur). Néanmoins, les recherches relatives au pilotage du processus d'implémentation des outils de TCAO, dans le monde industriel et le monde d'ingénierie, ne sont pas nombreuses. L'approche techno centrée, valable pour les applications individuelles à des fins purement techniques, semble en décalage dans le cas de l'implémentation de ces outils où l'humain, l'organisation et la technologie doivent trouver un équilibre.

Plusieurs auteurs ont décrit les problèmes rencontrés, d'autres ont proposé des approches, la problématique du choix de méthodes pour l'amélioration du processus d'implémentation. Une méthode abordable pour des non spécialistes du domaine reste nécessaire à proposer. Le but de ce travail est de mettre au point un outil d'aide à la coopération entre les différents acteurs impliqués dans le domaine d'ingénierie simultanée.

Par ailleurs, la plupart des travaux se base sur une logique de conception alors que nous nous positionnons sur une logique d'intégration d'une application de TCAO, dans le domaine industriel. L'intérêt académique de cette recherche réside ainsi dans la nouveauté qu'elle propose en matière méthodologique.

Notre contribution académique dans le domaine, est celle d'une proposition de méthodes de gestion de processus sous forme de logiciels. Basée sur les concepts de modélisation et d'exécution des processus, ces méthodes de TCAO, dite « Workflow » et « BPM (business process management) ». L'étude a pour but de faire une étude comparatif sont proposés et expliqués étape par étape.

INTRODUCTION

Le travail collaboratif existe depuis toujours dans nos sociétés. L'histoire nous montre en effet que de grands travaux et de grandes découvertes ont été réalisés il y a des dizaines, des centaines, voire des milliers d'années, et que ces réalisations n'auraient pu être achevées sans la participation active de nombreux individus. Les méthodes de travail n'ont cessé d'évoluer au cours des siècles grâce aux méthodes de gestion ou d'organisation issues des découvertes scientifiques et techniques, tant au niveau des outils que des moyens de communication comme le dessin technique ou les systèmes d'information.

L'évolution dans ces disciplines a permis à chaque acteur de la société actuelle de devenir plus productif, de communiquer plus facilement et de s'organiser. Ce dernier point est facilement remarquable, tant dans le milieu universitaire que dans le milieu industriel, où l'on peut observer le fonctionnement des individus, des groupes, des organisations et du réseau que ces dernières forment entre elles [Gru, 97]. Le premier avantage de cette organisation est qu'elle a permis de mettre en place, au fil du temps, des processus de travail et de collaboration adaptés à chacune des entités. Ces processus visaient à accroître les performances et la rentabilité à tous les niveaux organisationnels. Le second avantage est que la mise en place des nouveaux processus de travail a favorisé l'apparition et l'intégration de nouveaux outils et de nouvelles technologies dans les différents milieux. A l'heure actuelle, les technologies rattachées à la gestion et à la réalisation des processus collaboratifs sont majoritairement liées aux nouvelles technologies d'information et de la communication, technologies matérielles ou logicielles favorisant la productivité, les relations interpersonnelles, les relations inter-organisationnelles.

La réalisation de travail collaboratif est observable dans de nombreux domaines scientifiques et elle donne lieu à beaucoup d'études. Ces dernières visent à faciliter la mise en œuvre de pratiques collaboratives, à étudier les implications qu'ont ces dernières sur les acteurs et à supporter la création de nouveaux outils ou environnements de collaboration. En plus des connaissances sur le domaine d'application et sur la réalisation de travail collaboratif, il est nécessaire de développer des connaissances sur les outils informatiques qu'il est possible d'utiliser, surtout si ces derniers font partie intégrante de l'environnement de travail. Le monde informatique propose en effet beaucoup d'alternatives technologiques qui peuvent faciliter ou complexifier la mise en place de l'environnement. Ces alternatives apparaissent notamment lors :

- Du choix du matériel, car beaucoup de périphériques sont utilisables par l'intermédiaire des ordinateurs, des plus simples aux plus compliqués, des plus génériques aux plus spécifiques ;
- Du choix du mode de liaison entre les participants, puisqu'il est possible d'utiliser des médias physiques (Cédéroms ou Dévédéroms) ou des liaisons complexes (intranets, extranets, Internet, etc.);
- Du choix du collecticiel¹ puisque de nombreux acteurs se sont attaqués au marché du travail collaboratif et parce qu'ils proposent beaucoup d'outils ayant des capacités différentes (communication sonore ou vidéo, etc.).

Finalement, la mise en place d'un environnement de collaboration doit prendre en compte les exigences de la tâche, le contexte de travail et les besoins liés aux utilisateurs.

Afin d'illustrer ces propos, la recherche présentée dans ce mémoire se concentre sur les objectifs décrits ci-dessous.

Objectifs

L'objectif de cette recherche est de définir et de mettre sur pied un environnement de travail collaboratif répondant aux besoins de communication, de partage et de conception pour assister ses utilisateurs dans leurs tâches. L'assemblage de l'environnement devra intégrer les éléments matériels et logiciels adéquats afin que ce dernier soit le plus fonctionnel possible, tout en restant accessible et simple d'utilisation.

Ce travail collaboratif s'appuie sur des méthodes de modélisation et d'exécution dont l'objectif est de faire une comparaison entre ces deux méthodes. Ces étapes sont nécessaires pour atteindre cet objectif qui est décrit dans les chapitres suivants.

¹ Collecticiel : logiciel pour le travail collectif (plus de détail voir chapitre 2)

Premier chapitre :

1. TERMINOLOGIE

1.1. Introduction

Toute discipline (le management, la gestion, etc.) s'appuient sur un vocabulaire qui emprunte au langage usuel. Il en va ainsi des mots coordination, collaboration, coopération, cohésion qu'on utilise tous les jours et dont on ne sait plus très bien ce qu'ils signifient. On sent bien qu'ils expriment des nuances mais quelles sont-elles vraiment et est-il utile de les clarifier ? Finalement, a-t-on besoin de ces nuances lorsqu'on manage une équipe. Notre propos dans cet article est de vous convaincre que oui, ces termes ne sont pas interchangeables, ils expriment plus que des nuances, ils renvoient à des réalités différentes qui permettent de caractériser une manière de travailler en groupe.

1.2. La coopération

Selon [Sou, 96], la coopération est une activité coordonnée visant à atteindre un objectif commun aux agents coopérant et pour laquelle le coût spécifique de la coordination est inférieur au bénéfice de celle-ci dans la poursuite de l'objectif un processus et/ou de mise en commun des connaissances dans le cadre de la résolution de problème. De [Ter, 96] précisent que la coopération est un moyen de dépasser les limites individuelles.

Nous reprenons, les explications très pédagogiques de [Pot, 09] pour illustrer les précédentes définitions en lien avec notre sujet de recherche :

« Le travail coopératif est un travail de groupe hiérarchiquement organisé qui fonctionne suivant un planning impliquant des délais et un partage des tâches (coordination).

Chaque intervenant sait ce qu'il doit faire dès le début et communique, échange ou partage des éléments uniquement pour arriver à son objectif individuel. »

À la fin, le travail de chacun est relié pour créer un objet unique de travail.

Exemple :

Un blog : même si chaque internaute peut apporter son commentaire, le modérateur du blog a déterminé à l'avance le thème de discussion (cadre important) et peut également à tout moment décider de supprimer un apport.

D'après [Ros, 95] il existe différents types de coopération : coopération de type complémentaire, coopération de type interdépendante puis finalement coopération de type négociée.

1.3. La coordination

La coordination apparaît comme le complément de l'activité de coopération. D'après [Mag, 97] la coordination n'est que l'ensemble des règles d'action qui structure la coopération,

elle est assurée par les objets intermédiaires de conception (documents, maquettes, esquisses, etc.) qui sont au cœur des interactions interindividuelles.

1.4. La collaboration

La collaboration est un effort conjoint vers un but commun [Bri, 03]. Contrairement au cas de coopération, il n'y a pas de répartition du travail entre les participants dans un contexte de collaboration.

Pour [Pot, 09]:

« Le travail collaboratif est un travail de groupe d'égal à égal (lien hiérarchique de commandement ou d'impulsion) qui fonctionne sans véritable organisation préalable (coordination).

Chaque intervenant apporte son savoir, son idée en pouvant ou non s'inspirer des apports réalisés précédemment par les autres (travail que l'on peut apparenter à une réunion de type non directive recherchant la créativité). »

Exemple :

Un tableau blanc : chaque internaute écrit, dessine ou dépose un document sur le tableau (Le travail se fait par accumulations et modifications permanentes, le travail individuel est difficilement identifiable à la fin).

1.5. La communication

La communication représente un élément essentiel de la coopération, de la collaboration et de la coordination. Cependant, la particularité de la communication est qu'elle n'est pas une finalité en soi, mais un moyen pour atteindre un but. La communication est plutôt synchrone en mode collaboratif et plutôt asynchrone en mode coopératif [Pot, 09].

1.6. Le travail collectif

Nous considérons le travail collectif comme le rapport entre les activités de coopération, de coordination et de communication [Sou, 96]. Le travail collectif existe sans la technologie. Les moyens techniques ne font qu'enrichir ce mode de travail.

Le travail collectif à travers les réseaux informatiques est assuré par les collecticiels, définis par [Fav, 98] comme « l'ensemble des techniques et des méthodes qui contribuent à la réalisation d'un objectif commun à plusieurs acteurs, séparés ou réunis par le temps et l'espace, à l'aide de tout dispositif interactif faisant appel à l'informatique, aux télécommunications et aux méthodes de conduite de groupe ».

Nous regrouperons l'ensemble des définitions du terme collecticiel que nous détaillons dans le chapitre qui suit.

1.7. Acteurs

1.7.1. Individu

D'après [Ols, 97], un individu est une personne qui peut être caractérisée par une collection d'attributs personnels comme ses compétences, ses connaissances, ses habiletés, sa personnalité ou encore ses disponibilités.

1.7.2. Groupe ou équipe

Le terme « groupe » désigne un ensemble d'individus ayant des caractéristiques communes (compétences, caractère, buts, lieu de résidence, etc.). Le terme « équipe » désigne quant à lui un groupe plus ou moins structure d'individus afin d'atteindre un objectif commun, que ce soit de manière volontaire ou non (un individu peut être contraint de travailler sur un problème qu'il n'aime pas parce que cela lui a été demandé, parce qu'il est payé pour le faire, etc.) [Lew, 98]. Chaque individu est amené à participer en fonction de ses caractéristiques ([Ban, 89]; [Eas, 97]; [Ols, 97]; [Ols, 99]). Afin que le fonctionnement de l'équipe soit optimal, il est nécessaire que les individus adoptent un comportement adéquat à l'atteinte de l'objectif et qu'ils apprennent à se connaître pour que des relations interpersonnelles s'établissent (amitiés, inimitiés, définitions de rôles, relations hiérarchiques, etc.) et pour qu'une dynamique de groupe se crée ([Smi, 95]; [Gru, 97] ; [Ols, 97]).

[Dia, 07] fournissent une liste de dix points permettant de différencier un groupe d'une équipe en fonction du comportement et des connaissances des individus. Meilleures sont les observations liées aux six points suivants, plus l'entité ne peut être considérée comme une équipe.

- le niveau de compréhension de l'existence du groupe
- le niveau de compréhension de l'objectif
- les niveaux de créativité et de contribution
- le niveau de confiance
- le taux de participation lors de la prise de décision
- le respect de la hiérarchie instaurée.

1.8. Conclusion

Après avoir défini les termes nécessaires dans le but de faciliter la compréhension et l'utilisation de ces termes on passe aux différentes phases de cette recherche. Dans ce qui suit, la technologie du TCAO (Travail Coopératif Assisté par Ordinateur) l'un de nos objectifs, est expliqué.

Deuxième chapitre :

2. LE TRAVAIL COOPERATIF ASSISTE PAR ORDINATEUR (TCAO)

2.1. Introduction

Ce chapitre propose un aperçu général du travail coopératif et collaboratif assisté par ordinateur et la différence qui existe entre eux, ainsi que l'intégration de cette technologie c'est-à-dire TCAO, dans le domaine de l'informatique avec l'apparition des logiciels d'aide au travail en groupe.

Ce chapitre est structuré comme suit :

- ⊙ Définitions du TCAO
- ⊙ Définition des Collecticiels
- ⊙ La vision du TCAO sur les Collecticiels
- ⊙ Fonctionnalités de ces Collecticiels

2.2. Définition

Le terme TCAO (Travail Coopératif Assisté par Ordinateur) en anglais CSCW (Computer Supported Cooperative Work) a été inventé par Irene Grief au milieu des années 80, afin d'identifier un champ de recherche interdisciplinaire ayant pour objectif d'étudier le rôle de l'outil informatique dans le travail de groupe, quel que soit le type de travail réalisé [Ban, 92a]. Cette définition est complétée par [Ols, 97] qui précisent que, dans ce cadre, l'outil informatique est utilisé pour le traitement de l'information et pour la communication, afin de supporter la réalisation de tâches et leur organisation. Les disciplines suivantes sont impliquées : le génie informatique, les sciences et la gestion de l'information, la psychologie (cognitive, sociale et organisationnelle) ainsi que la sociologie.

D'autres termes peuvent être employés dans la littérature afin de désigner le TCAO. On trouve une liste non exhaustive dans le texte de [Ban, 92b]: support au travail de groupe (workgroup computing), support au travail collaboratif (collaborative computing), support au travail coopératif (cooperative work support).

Une définition est maintenant donnée par l'AF CET² :

Le TCAO : « regroupe l'ensemble des techniques et des méthodes qui contribuent à la réalisation d'un objectif commun à plusieurs acteurs, séparés ou réunis par le temps et par l'espace, à l'aide de tout dispositif interactif faisant appel à l'informatique, aux télécommunications et aux méthodes de conduite de groupe ».

² AF CET : Association Française des Sciences et Technologies de l'information, des communications et des systèmes

2.3. Collecticiel (GROUPWARE)

Nous reproduisons, ci-dessous, le développement de [Bou ,07], sur le Groupware qui résume ce concept indissociable du domaine des TCAO. C'est à partir de 1978 que deux chercheurs du New Jersey Institute Of Technology, Peter et Trudy Johnson-Lenz, commencent à définir précisément le concept de Groupware (terme adopté par la Commission française de terminologie et de néologie).

Le terme lui-même est un néologisme que les deux auteurs définissent ainsi :

«Groupware in an intentional group processes and procedures to achieve specific purposes plus software tools designed to support and facilitate the group's work ».

Cette définition met clairement en évidence les dimensions humaines et organisationnelles d'une part (group processes : processus de groupe d'individus), et technologiques d'autre part (software Tools : outils logiciels), du Groupware [Saa, 96].

Cette « coopération assistée par ordinateur augmentant la performance des processus de communications interpersonnels ». Dans le même sens, [Col, 92] le définit comme :

« Un ensemble des moyens informatisés nécessaires à la communication entre acteurs d'un projet, à leur coopération et à la coordination de leurs actions ».

2.4. Vision du TCAO sur les Collecticiels

La vision du TCAO, pour la réalisation de travail de groupe grâce à l'outil informatique, repose sur révolution de la vision des systèmes d'information. [Ban, 92b] résume cela brièvement en indiquant que l'on est passé de l'idée d' « automatiser » l'entreprise à celle de « soutenir » les employés dans la réalisation de leurs travaux. Ainsi, les systèmes informatiques sont maintenant vus comme des outils d'aide au travail, et non plus comme des moyens de substitution. Cette notion de « soutien à la tâche » ainsi que les notions de groupe ou d'organisation font ressortir l'idée de « partage » que Ton retrouve chez [Wil, 91] lorsqu'il expose sa vision du TCAO en parlant de systèmes de partage d'espaces de travail, de systèmes de partage d'information, et de systèmes de soutien aux activités de groupe. Le TCAO cherche aussi à acquérir, grâce à l'intervention de la sociologie, de l'anthropologie et de l'ethnographie, des connaissances sur la façon dont les gens travaillent en équipe et sur la façon dont ils désirent travailler [Pal, 94]. Le fait que le travail collaboratif mène à de meilleurs résultats lorsqu'un ou de plusieurs outils spécifiquement créés pour la collaboration sont utilisés, permet d'indiquer que la vision du TCAO est très importante dans le sens où le travail mène sur les collecticiels (pour leur étude, leur développement, leur implantation, etc.) repose sur le travail fourni par cette communauté.

2.5. Critères liée au Fonctionnalités des Collecticiels

On trouve dans la littérature plusieurs critères permettant de classifier les outils de travail collaboratif. Cette partie, basée sur les travaux de [Fou, 06], [Ols, 03], [Mun, 03] et de [Ram, 06], présente les critères les plus couramment utilisés. On peut noter que les frontières entre les critères sont très perméables, ce qui fait qu'un outil pourra être classifié dans plusieurs catégories, suivant qu'il propose plus ou moins de fonctionnalités.

2.5.1. Critères lié au lieu d'utilisation

Le premier critère porte sur le positionnement des individus lors de l'utilisation de l'outil. Il permet de séparer les collecticiels en deux catégories :

- utilisation distante ou distribué ;
- utilisation en face à face ou collective.

2.5.2. Critères lié au temps

Le deuxième critère permet de représenter le moment de la coopération ainsi que la dynamique entre les individus impliqués dans la réalisation de la tâche. Il permet de séparer les outils en deux catégories :

- support du travail synchrone et direct, sans qu'il n'y ait de grosse latence entre les actions des uns et des autres ;
- support du travail asynchrone ou indirect, ce qui représente généralement une utilisation de l'outil au tour par tour.

2.5.3. Critères lié aux types d'interactions

Le troisième critère est lié au type d'interaction supportée par le collecticiel:

- Support des interactions sociales comme la discussion ou l'observation des gestes, du caractère, des expressions faciales, etc. ;
- partage de l'objet de la tâche qui représente l'information sur laquelle les individus veulent travailler (une photographie, un plan, un texte, . . .) ;
- Permet le partage de l'environnement de travail réel ou virtuel, afin que les individus accèdent aux mêmes informations et périphériques.

2.5.4. Critères lié à la fonction de l'outil

Le quatrième critère correspond à la fonctionnalité principale de l'outil. Les fonctionnalités généralement retenues pour la classification sont:

- le support à la communication ;
- le support à la coordination des tâches et des réunions ;

- le support à la prise de décision ;
- le partage et la gestion de documents ;
- la gestion du relationnel.

2.5.5. Critères lie aux plateformes matérielles et logicielles

Cinquièmement, les outils de coopération peuvent être classifiés suivant leur plateforme d'exécution. On y trouve cinq grandes familles :

- utilisation sur plateformes mobiles (assistants personnels, téléphones, etc.);
- utilisation sur plateformes fixes (ordinateur de bureau, console de jeu, etc.);
- utilisation sur un système d'exploitation spécifique (Microsoft Windows, Linux, Apple MacOS, etc.);
- utilisation sur tous les systèmes d'exploitation ;
- utilisation sur internet.

2.5.6. Critères lie à d'architecture matérielle

Le sixième et dernier critère porte sur l'architecture matérielle mise en œuvre pour le partage et la propagation des données. Il permet de repartir les outils en trois catégories selon le niveau de centralisation des données :

- données centralisées ;
- données réparties et accessibles sur demande ;
- fonctionnement mixte (certaines données sont locales, d'autres centralisées).

Un collecticiel est destiné à permettre à plusieurs personnes de travailler à distance sur un projet commun, comme on vient de le détailler dans le chapitre actuel. Un workflow permet de s'assurer du parcours de révision défini. De ce fait les collecticiels ont de plus en plus tendance à intégrer des fonctionnalités de type workflow³.

2.6. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons montré que le travail coopératif assisté par ordinateur est une méthode de travail. Bien que souvent assimilé à tort au groupware, le TCAO s'en distingue du fait qu'il représente l'étude des outils et techniques des groupwares ainsi que leurs effets sociaux, psychologiques et d'organisation. Le groupware est un domaine transversal à part entière. C'est un ensemble de programmes qui permet le travail de groupe. L'une des composantes principales du groupware est le workflow. Le chapitre suivant est une introduction générale sur la technologie wokflow.

³ Dans le chapitre suivant nous aurons l'occasion de bien détailler la technologie du workflow.

Troisième chapitre :

3. LA TECHNOLOGIE DE WORKFLOW

3.1. Introduction

Nous avons vu dans le chapitre précédent que Le workflow est une catégorie de collecticiel impliquant des processus de transmission des dossiers au sein d'un groupe de personnes. C'est un processus au cours duquel des documents, des informations et des tâches passent d'un participant à un autre, au sein d'un groupe de travail, en conformité avec un ensemble de règles prédéfinies. Le chapitre actuel est consacré pour le workflow, il est structuré comme suit :

- ⊙ Choix et définition et termes du workflow
- ⊙ Types et classification de workflow
- ⊙ Model de références
- ⊙ Outils de modélisation

3.2. Qu'es ce qu'un Workflow ?

Le Workflow est un outil de groupe qui fait appel à un groupe d'acteurs de l'entreprise. Il s'intéresse surtout aux processus administratifs qui traitent un événement extérieur dès son apparition jusqu'à son traitement complet. Une application de workflow connaît les tâches et la procédure à appliquer pour les cas qu'elle sait traiter. Ainsi, elle a pour rôle de décomposer les cas en tâches, et d'affecter chaque tâche à un acteur selon les règles de gestion prédéfinies. L'introduction du workflow constitue pour cette raison un changement capital dans la façon d'assister les entreprises, le workflow s'intéresse directement aux processus dans leur intégralité, à leur suivi, à l'affectation des tâches aux acteurs, au suivi des échéances et au traitement des exceptions. Ceci est accompagné par l'enregistrement des données permettant d'analyser les coûts, les charges et la qualité essentiels à une approche industrielle. Une application de workflow, associée le plus souvent à une application dédiée à la gestion électronique de documents, amène des gains de productivité allant de 20 à 50% sur la part des tâches automatisées, et permet de réduire des délais de 30 à 90% [Wfm, 99]. Un workflow permet de :

- Représenter la structure d'un groupe en termes d'acteurs, de groupes d'acteurs et de rôles tenus par chaque acteur. C'est une représentation de l'organisation du groupe.
- Assurer le traitement de chaque cas en conformité avec les procédures de l'entreprise. Il applique les procédures.
- Préparer les tâches à exécuter au fur et à mesure de l'avancement des cas. Il assure ainsi la planification du travail.

- Attribuer les tâches aux acteurs en fonction des critères prédéfinis de rôle, d'appartenance aux divers groupes, et de charge. Il peut assurer la répartition automatique du travail.
- Enchaîner automatiquement les appels aux outils bureautiques ou informatiques que réclame chaque tâche. Il assiste ainsi chaque acteur dans l'exécution de son travail.
- Maintenir et rendre immédiatement accessibles tous les documents utiles au traitement de chaque cas. Il assiste ainsi les acteurs en regroupant autour de chacune des tâches tous les éléments qui lui sont pertinents.
- Tenir une comptabilité détaillée de l'exécution de chaque tâche. Il permet de fournir des statistiques riches sur les procédures et l'activité des acteurs.

3.3. Définitions de base du workflow

Face à un grand nombre de produits workflow, chacun utilisant sa propre terminologie, un groupe de vendeurs et de consultants ont créé en 1993 la coalition de gestion de workflow (WfMC acronyme de Workow Management Coalition) [Wfm, 99]. La WfMC regroupe plus de 250 vendeurs, utilisateurs, consultants et institutions de recherche qui ont intérêt au domaine de la gestion de workflow. Cette coalition a pour but d'encourager l'utilisation de workflow par l'établissement de standards pour les systèmes de gestion de workflow.

Avant de définir le terme workflow, il est à noter qu'un problème de confusion persiste entre les termes : workflow (processus workflow), technologie workflow et système workflow. En ce qui suit, nous allons définir chacun de ces termes.

- **Un workflow** : est la forme exécutable d'un processus d'une organisation, gérable par un système workflow. Il permet d'automatiser l'exécution du processus ou encore sa simulation.
- **Un système workflow** : (ou WfMS pour Système de Gestion de Workflow) est un système informatique permettant la gestion des processus métiers. Les services proposés par un WfMS sont au minimum l'exécution d'un processus et sa gestion (contrôle et suivi) en plus de la mise à disposition des outils et des documents nécessaires à la réalisation des différentes étapes du processus.
- **La technologie workflow** : est la technologie informatique du TCAO, qui s'intéresse à la gestion des processus de l'organisation. C'est l'ensemble des moyens utilisés pour automatiser et gérer un processus. Cette gestion est garantie vu qu'il est possible de présenter un modèle de processus sous une forme exécutable.

La relation entre ces trois termes est la suivante : Une entreprise peut introduire une technologie workflow dans son système d'information en installant un système de gestion de workflow qui gère ses processus, automatisés en workflow.

3.4. Concepts et terminologie de workflow

Nous proposons dans cette section de rappeler les termes de base liés aux processus workflows. De nombreuses publications proposent une terminologie relative aux concepts ainsi que les relations entre eux. Les concepts définis par la WfMC, puis affinés par [Van ,02], sont les plus largement appliqués dans la communauté de gestion des processus métier. La liste suivante présente les concepts de base de workflow et les structures de base pour la conception de workflow et le contrôle de processus comme le suggère la WfMC :

- **Une activité :** (tâche) est une description d'une partie du travail qui constitue une étape logique dans un workflow. Elle peut être manuelle ou automatique. Une activité manuelle est entièrement réalisée par une ou plusieurs personnes, sans aucune utilisation d'une application. En revanche, une activité automatique est effectuée par une application, sans aucune intervention des personnes, en se basant sur des données déjà enregistrées. Les activités sont classées en fonction des mutuelles dépendances imposées par des aspects structurels et de données (flot de contrôle et flot de données entre les activités). Différentes configurations permettent de couvrir les aspects structurels : séquence, sélection, itération, et concurrence. Pour la représentation des données, deux approches sont les plus utilisées : soit par le biais des flux de données entre les activités, soit par l'intermédiaire des services de fourniture des données des (ou vers les) activités.
- **Une instance :** (instance de workflow (un cas) ou instance d'activité) est la représentation d'une exécution unique d'un workflow ou d'une activité dans un workflow.
- **Un participant :** (acteur, agent, utilisateur, entité de traitement, ressource) est une entité qui exécute une instance d'activité. Cette entité peut être un être humain ou un système logiciel.
- **Un élément de travail :** (work-item) est la représentation du travail à traiter (par un participant) dans le cadre d'une activité d'une instance de workflow. Une liste des éléments de travail associée avec un participant de workflow donné (ou groupe de participants) est appelé une liste de travail (work-list).

- **Un état de workflow :** (resp. d'activité) est lié à des conditions internes définissant l'état d'une instance du workflow (resp. de l'activité) à un moment donné. Dans le cas d'un workflow, l'état pourrait être "initié", "en exécution", "actif", "suspendu", "achevé", "terminé" et "archivé". Dans le cas d'une activité, il pourrait être "inactive", "active", "en exécution", "suspendue", "sautée" et "terminée".

En résumé, nous distinguons dans un workflow des cas, des éléments de travail (work-items) et des ressources. Les work-items lient les cas et les tâches, les activités lient les cas, les tâches et les ressources.

La figure ci desous montre qu'un workflow comporte trois dimensions : (1) la dimension de cas, (2) la dimension du processus et (3) la dimension des ressources.

- **La dimension de cas :** signifie le fait que tous les cas sont traités individuellement. Du point de vue workflow, les cas ne s'influencent pas des autres, mais ils s'influencent les uns des autres indirectement via le partage des ressources et des données.
- **la dimension de processus :** spécifie le processus de workflow, c'est à dire les tâches et l'acheminement de ces tâches.
- **la dimension des ressources :** les ressources sont regroupées dans des classes particulières nommées les rôles et les unités organisationnelles. Une classe de ressource est un ensemble de ressources présentant des caractéristiques similaires. Si une classe de ressource est basée sur les capacités (exigences fonctionnelles) de ses membres, elle est appelée un rôle. Si le classement est basé sur la structure de l'organisation, une classe de ressource est appelée une unité organisationnelle (par exemple une équipe ou un département).

Nous pouvons visualiser un workflow comme un certain nombre de points dans la vue en trois dimensions de la Figure 3.1 Chaque point représente soit un élément de travail (cas + tâche) ou une activité (cas + tâche + ressource).

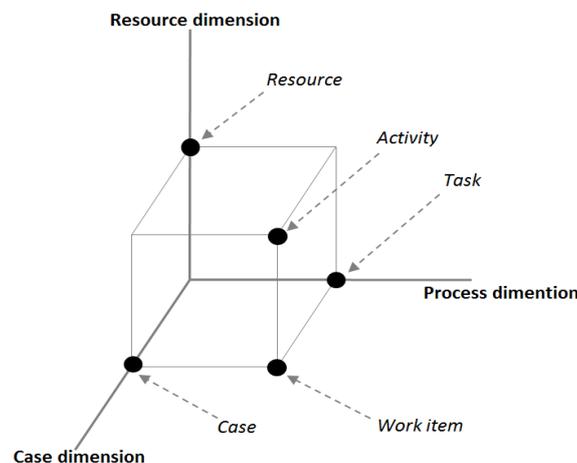


Figure 3.1 : Dimensions des systèmes workflow [Van, 02]

Notons qu'ici, [Van, 02] différencie entre tâche et activité par le fait qu'une activité est un élément de travail en cours d'exécution par une ressource spécifique.

3.5. Classification des workflows selon McReady

- **workflows Ad hoc** : dédiés à la gestion des processus de base dans une entreprise.
- **workflows collaboratifs** : gérant des processus qui évoluent assez fréquemment.
- **workflows administratifs** : correspondant aux processus orientés états qui suivent Une procédure bien définie.
- **workflows de production** : qui concernent les processus fortement structurés avec Presque pas de variations [Mcr, 92].

Ces quatre types de workflow sont classés Figure 3.2 en fonction de leur valeur commerciale et de leur répétitivité. Les workflows ad-hoc et les workflows collaborative impliquent les participants collaborant pour atteindre un certain but. Souvent, pour ces deux types, aucun modèle de workflow n'est (complètement) déni à l'avance en raison de la faible répétitivité. Les workflows collaboratifs (par exemple la préparation d'une documentation de produits) ont une valeur commerciale supérieure à celle des workflows ad hoc (par exemple la planification de réunions). Les workflows administratifs et les workflows de production ont une haute répétitivité. Des modèles de workflow peuvent être prédéfinis pour ces deux types. Les workflows de production (renfermant les activités essentielles de l'organisation, par exemple, de traitement des réclamations dans une compagnie d'assurance) ont une valeur commerciale supérieure à celle des processus administratifs (par exemple, le calcul des salaires).

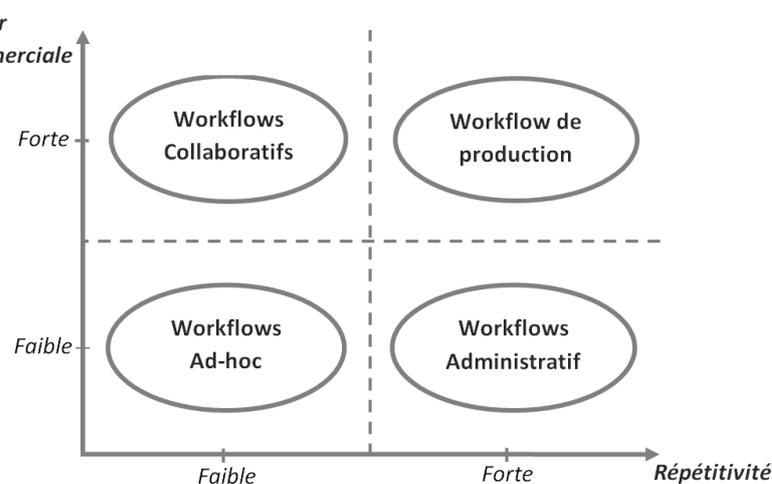


Figure 3.2 : Une classification des systèmes workflow [Mcr, 92].

Les workflows collaboratifs ne sont pas conforme à la définition de workflow proposée par la WfMC (Workflow Management Coalition). Un workflow collaboratif met l'accent sur la communication et le partage de l'information plutôt que la définition des processus.

Dans cette thèse, nous nous limitons aux systèmes de gestion de workflow réels, c'est à dire les systèmes qui supportent les workflows de production, les workflows administratifs et/ou les workflows ad hoc. La WfMC met également l'accent sur ce type d'outils logiciels.

3.6. Model de reference des systemes workflow

La WfMC a développé un modèle de référence pour la technologie de workflow. La Figure 3.3 illustre ce modèle. L'objectif principal du modèle de référence est de fournir un standard pour l'interopérabilité entre les sous-systèmes de workflow. Il se compose d'une description générale de la structure d'un WfMS, dans laquelle cinq principaux éléments sont présentés (des outils de définition de processus, des applications clientes de workflow, des applications invoquées, des outils d'administration et de contrôle et d'autres services d'exécution de workflow).

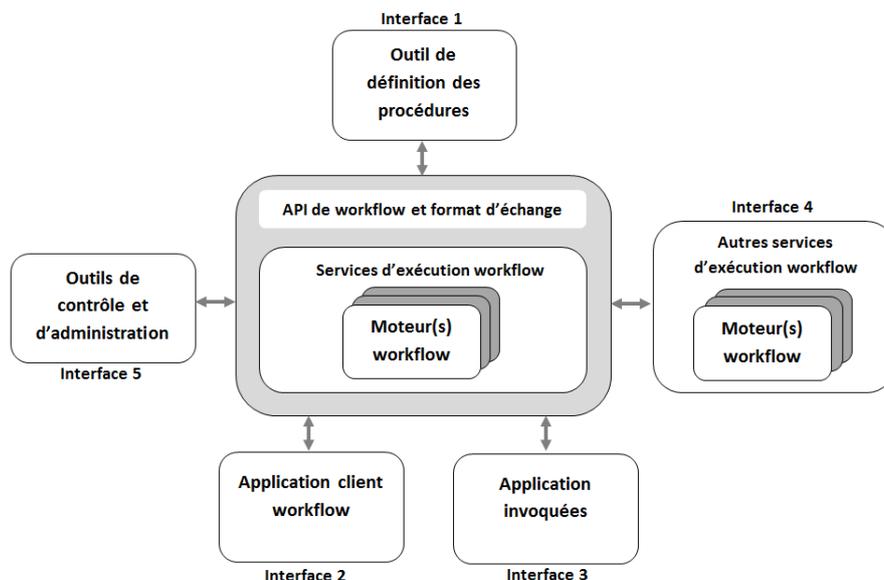


Figure 3.3 : Modèle de référence: Composants et Interfaces des systèmes workflow [Wfm, 99]

Ces éléments sont liés au service d'exécution de workflow via l'incorporation d'interfaces, qui sont assurées par une série d'appels à des API (Workflow Application Programming Interface WAPI). Nous décrivons dans les points qui suivent ces cinq interfaces.

3.6.1. Interface 1 : Outils de définition de procédures

Les outils de définition de processus sont utilisés pour spécifier et analyser les définitions des processus workflow et/ou les classifications des ressources. La plupart des systèmes de gestion de workflow fournissent trois outils de définition des processus :

- un outil avec une interface graphique pour définir les processus workflow,
- un outil pour spécifier les classes de ressources (modèle d'organisation), et
- un outil de simulation pour analyser un workflow spécifié.

3.6.2. Interface 2 : Applications clientes workflow

L'utilisateur final communique avec le système workflow via les applications clientes. Un exemple d'application cliente workflow est la liste d'éléments de travail ou encore la corbeille. Via une telle corbeille les éléments de travail sont offerts à l'utilisateur final. En sélectionnant un élément de travail, l'utilisateur peut exécuter une tâche pour un cas spécifique.

3.6.3. Interface 3 : Applications invoquées

L'interface 3 permet à un système workflow l'invocation d'applications si nécessaire. Par exemple, dans le cas des applications manipulant des données fortement typées, un composant externe, supplémentaire, est ajouté. Ce composant, dit agent d'application, est chargé de traduire ces données dans un format compréhensible par WAPI.

3.6.4. Interface 4 : Autres services d'exécution de workflows

Via l'interface 4, un système workflow peut échanger des informations avec d'autres moteurs de workflow. Cette interface assure par exemple les fonctions de manipulation des éléments de travail ou des listes d'éléments de travail et de leur transmission entre deux systèmes workflow.

3.6.5. Interface 5 : Outils d'administration et de contrôle

Les outils d'administration et de contrôle sont utilisés pour surveiller et contrôler le workflow. Ces outils sont utilisés pour enregistrer l'avancement des cas et pour détecter les exceptions. En outre, ces outils sont utilisés pour définir les paramètres, allouer les ressources et gérer les anomalies.

3.7. Modélisation des processus workflow

La modélisation est une activité qui précède toute décision ou formulation, elle permet de représenter la description du système réel. Tout comme un système informatique, le système workflow comporte un certain nombre d'aspects à modéliser. Nous présentons en premier lieu ces aspects, nous décrivons en second lieu les principales techniques de modélisation utilisées dans le domaine de workflow et nous terminons cette section par évoquer certains aspects temporels et organisationnels des workflows.

3.7.1. Aspects à modéliser

3.7.1.1. L'aspect fonctionnel

L'aspect fonctionnel concerne l'identification des activités des processus que l'on souhaite modéliser. Il est important de comprendre qu'il ne s'agit pas uniquement d'identifier les fonctions des différents départements d'une organisation mais aussi de distinguer les activités composant un processus. La modélisation fonctionnelle doit également permettre d'établir la hiérarchie des activités, i.e. d'exprimer de possibles décompositions en termes de sous-processus. Enfin, le modèle fonctionnel doit aussi représenter le flux de données associées aux activités et les interdépendances de données entre les activités (data flow).

3.7.1.2. L'aspect comportemental

L'aspect comportemental est un aspect primordial du workflow puisqu'il correspond à la dynamique du processus. Le comportement s'exprime par la modélisation d'un contrôle de flux entre les activités. Ce dernier permet d'indiquer la chronologie de l'exécution des activités, leur flux (séquentiel ou parallèle), les points de synchronisation entre activités ou au contraire, les points de disjonction. De plus, le modèle comportemental doit représenter les événements qui permettent de déclencher les activités. Nous soulignons l'importance de ce modèle, qui permet l'exécution du workflow. L'aspect comportemental est également appelé aspect de coordination.

3.7.1.3. L'aspect informationnel (données)

Cet aspect concerne l'ensemble des informations et des données qui sont associées aux activités. Le modèle informationnel, souvent négligé lors de l'implémentation d'un workflow, décrit en détail les relations qui existent entre les données, leur type et leur structure.

3.7.1.4. L'aspect organisationnel

Comme son nom l'indique, la partie organisationnelle concerne la description de l'organisation des acteurs de l'entreprise. Le modèle organisationnel peut soit refléter fidèlement l'organigramme de l'entreprise, c'est à dire la décomposition hiérarchique de celle-ci en départements et services soit décrire des unités organisationnelles dans lesquelles on identifie des acteurs. Selon la méthode choisie, la description est plus ou moins détaillée et permet d'établir des liens hiérarchiques entre les acteurs ainsi que des relations entre unités organisationnelles ou départements. Toutefois, quelle que soit la méthode retenue, la description des rôles associés aux différentes activités reste invariante. Les rôles créent l'interface entre le modèle organisationnel et les modèles représentant les activités.

3.7.2. Techniques et outils de modélisation de workflow

Associés aux aspects à modéliser définis précédemment, un certain nombre d'outils de modélisation peuvent être employés pour décrire le comportement des flux de travail.

- Réseaux de Pétri
- UML

Bien qu'il existe d'autres.

3.8. Conclusion

La méthode workflow très répandue pendant les années 90 a été destinée à jouer un rôle majeur pour faciliter et accélérer les processus TCAO. L'outil UML été généralement le moyen le plus utilisé pour modélisé ces processus, bien qu'il existait d'autres. Mais avec l'apparition des nouvelles formes de processus métier (business process) très complexes, il ne devenait pas facile de les modéliser, alors pour répondre à ces problèmes les études ont mené à BPMN⁴. Dans ce qui suit, on aborde une autre méthode (BPM⁵) et son langage (BPMN) conçue pour permettre de concevoir et de réaliser rapidement des solutions complètes intégrant des interfaces utilisateurs et systèmes et pour faire une gestion complète et une exécution temps réel du processus et de ses performances.

⁴ BPMN : Business Process Modeling Notation

⁵ BPM : business Process Management

Quatrième chapitre :

4. BUSINESS PROCESS MANAGEMENT (BPM)

4.1. Introduction

Ce chapitre permet de voir les notions qui concernent la méthode de gestion des processus métier BPM, mais la partie la plus importante est la comparaison entre l'outil BPMN et UML.

Ce chapitre est structuré comme suit :

- ⊙ Définition de BPM.
- ⊙ Contexte et problématique
- ⊙ Les démarches pour la gestion des processus.
- ⊙ Synthèse des approches de gestion des processus.
- ⊙ Représentation des processus.

4.2. Définition

On appelle « BPM » (Business Process Management, traduisez littéralement "gestion des processus métiers ») l'approche consistant à modéliser informatiquement les processus métiers de l'entreprise, aussi bien dans leur aspect applicatif qu'humain.

L'objectif de cette démarche est d'aboutir à une meilleure vue globale de l'ensemble des processus métiers de l'entreprise et de leurs interactions afin d'être en mesure de les optimiser et, dans la mesure du possible, de les automatiser au maximum à l'aide d'applications métier.

4.3. Contexte et problématique

La gestion des processus métier a pour enjeux d'introduire un processus d'évolution et d'amélioration continue, et d'améliorer la satisfaction des acteurs internes et externes des organisations.

Les analystes considèrent que les technologies de BPM sont la clé de cette flexibilité. En effet, l'approche processus fait partie des meilleures pratiques organisationnelles dans la tendance actuelle : la modélisation des processus métier constitue donc un objectif complexe, mais fondamental. En sortant les processus des applications du système d'information où ils sont enfouis et en confiant leur gestion à un moteur de gestion de processus (BPMS ou BPM System), il devient possible de surveiller, d'adapter et d'optimiser ces processus. Parallèlement, le système d'information doit évoluer vers plus de souplesse pour exposer ses services fondamentaux aux processus qui les exploitent.

4.4. Démarches de (BPM)

Nous recensons ci-dessous les démarches pour la gestion des processus. Afin de les comparer, nous choisissons comme cadre de référence le cycle PDCA adopté par l'approche processus de la norme ISO9001:2000.

La démarche processus repose sur les phases du cycle de Deming ou Cycle (Plan, Do, Check, Act) (PDCA) [Cha, 02].

Le cycle PDCA permet de maintenir et d'améliorer la performance des processus à tous les niveaux de l'organisation de manière continue. Le principe de l'action cyclique se fonde sur 4 phases qui se déclinent ainsi :

- **PLAN (Planifier)** : Établir les objectifs et les processus nécessaires pour fournir des Résultats correspondant aux exigences des clients, aux exigences légales et réglementaires applicables et aux politiques de l'organisation.
- **DO (Développer)** : Mettre en œuvre les processus.
- **CHECK (Contrôler)** : Surveiller et mesurer les processus par rapport aux politiques, Objectifs et exigences de l'organisation et rendre compte des résultats.
- **ACT (Agir)** : Entreprendre les actions pour améliorer en permanence les performances des processus.

4.5. Synthèse des approches de gestion des processus

Les démarches de gestion de processus se focalisent sur les trois premières étapes du cycle (PDCA) [Cha, 02]. Les démarches de [Gil, 08] et [Deb, 04], proposent une étape d'optimisation ultérieure en supervisant la performance du processus après l'étape d'exécution. Cette supervision se fait en utilisant des tableaux de bord pour visualiser de manière claire et précise une situation. Le tableau recense ces solutions.

	Plan	Do	Check	Act
Gillot	Etape de conception de formalisation	Etape d'exécution	Etape de Gestion et de supervision	Etape d'analyse et d'optimisation
Crusson	Phase de modélisation	Phases de déploiement et d'exécution	Phase d'interaction	
Briol	Elaboration	Mise en œuvre	Supervision	
Debauche et Megard	Business Process Analysis	Business Process Implementation	Business Activity Monitoring (Mesurer, Rapporter, Analyser)	Business Activity Monitoring (Agir)

Tableau 4.1 : Comparaison des démarches de gestion des processus [Gil, 08]

4.6. Qu'est-ce qui différencie une application BPM ?

Le BPM est donc l'ensemble des techniques, méthodes et outils permettant d'effectuer les actions citées plus haut : la construction, la diffusion, le contrôle, l'analyse et l'optimisation des processus opérationnels ; En passant par des interfaces utilisateurs, en utilisant un modèle de données unique et partagé, en suivant des règles métiers préétablies et en collaborant avec d'autres systèmes de l'organisation.

➤ **Définitions**

- **BPMI** - Business Process Management Initiative : Consortium international composé d'organismes spécialisés dans le BPM et qui proposent des standards dans ce domaine.
- **BPMN** - Business Process Modeling Notation : Norme de modélisation graphique, BPMN est un système qui comporte un ensemble d'éléments qui représentent les tâches, les évènements, les acteurs...etc. Il a été mis au point par la BPMI pour unifier les concepts liés aux processus et pour permettre aux analystes métiers comme aux développeurs et même aux utilisateurs de les comprendre, de les créer et de les manipuler. Une définition plus complète est dans le titre qui suit.
- **BPMS** - Business Process Management System (ou Suite) : Ensemble logiciel destiné à formaliser les procédures qui font l'activité d'une entreprise dans le but de les automatiser et d'accroître leur performance.
- **BPEL** - Business Process Execution Language : Langage de programmation à balises dérivé du XML qui permet d'exécuter et d'orchestrer des processus et éventuellement de les faire dialoguer avec différentes applications dans une architecture orientée services.
- **XPDL** - XML Process Definition Language : Langage de programmation dérivé aussi du XML qui permet de représenter sous forme de balises et d'attributs différents processus. Ces représentations pourront être de la sorte importées dans différents modélisateurs BPM.
- **BAM** - Business Activity Monitoring : « Le concept de BAM comprend l'acquisition, l'agrégation, l'analyse et la présentation en temps réel de données (typiquement des séquences de valeurs temporelles et leur évolution) associées à des processus d'entreprise...Le BAM peut être employé indépendamment de l'existence d'un outil BPM. Il consiste en une solution d'entreprise destinée à fournir en temps réel un résumé de la

4.7. BPMN

La spécification BPMN ou « Business Process Modeling Notation » décrit une notation standard de modélisation des processus métier. Élaborée en 2001, elle a été publiée une première fois en 2004. Depuis 2005, le consortium Object Management Group (OMG) a repris la maintenance et l'évolution de la spécification de la notation BPMN [Omg ,10].

BPMN (Business Process Modeling Notation) est une notation qui permet de décrire les processus métier. Un diagramme BPMN a des éléments graphiques qui permettent de modéliser les activités, les flux, les relations, les données des processus, leurs interactions, etc. BPMN a été conçu pour faciliter la traduction vers des langages d'exécution des processus comme BPEL (Business Process Execution Language).

Un processus modélisé en BPMN est un graphe qui contient des nœuds reliés par des arcs. Ils peuvent appartenir à des conteneurs et sont annotés par des artefacts. Les nœuds sont les objets de flux (object flows). Les principaux éléments de représentation graphique de BPMN sont listés ci-dessous.

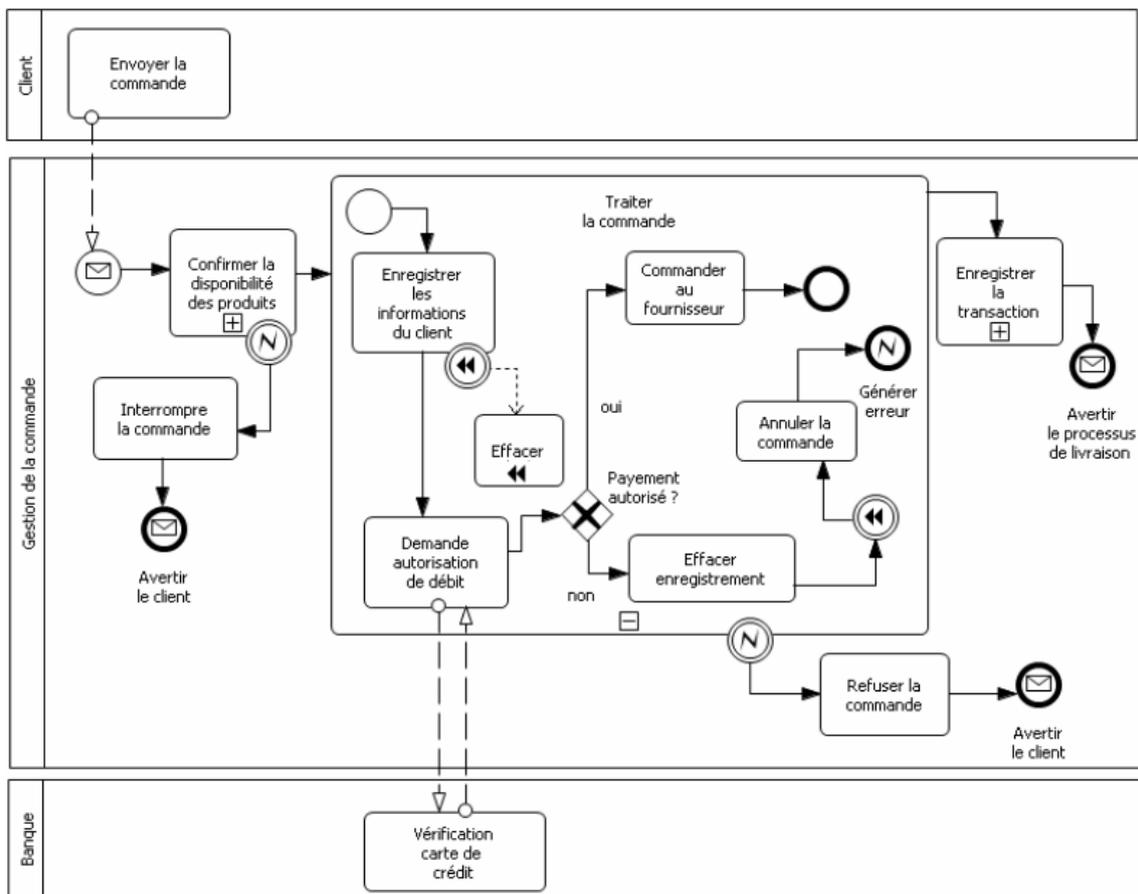


Figure 4.1 : Éléments de la notation BPMN. [Omg, 10]

- Les objets de flux : activités (activities), événements (events), passages (gateways).

- Les objets de connexion : flux de séquence (sequence flows), flux de messages (Message flows), associations (associations).
- Les partitions (swimlanes) : partitions (pools), sous-partitions (lane).
- Les artefacts : objets de données (data objects), annotations (text annotations) Groupes (groups).

4.8. Notation de BPMN vs UML diagramme d'activité

Nous évaluons le pouvoir de représentation de deux méthodes de modélisation des processus métier :

1. BPMN version 1.1 [Omg, 06a], utilisé pour les BPM.
2. UML AD⁶ version 2.0 [Omg, 06b], utilisé pour les workflow.

Par le pouvoir de représentation nous voulons dire la capacité des notations⁷ de représenter les phénomènes du monde réel. Cela signifie que, dans le cœur de cette comparaison est la question :

- est-ce-que ces notations ont des différences dans leur pouvoir de représentation ?
- Devrait-il y avoir des phénomènes du monde réel que l'un de ces notations processus métier n'est pas en mesure de les modéliser?

4.8.1. Introduction à BPMN 1.1

Dans cette partie, nous décrivons le Business Process Modeling Notation (BPMN) 1.1 et dans quel but il est utilisé.

4.8.1.1. Les principes de base de BPMN

Nous avons vu précédemment qu'en mai 2004 Le Business Process management initiative BPML.org constitué d'éditeurs de logiciels, a proposé le BPMN, puis en Février 2006 L'Object Management Group (OMG) a adopté cette dernière pour des raisons de standardisation. Actuellement la version 2.0 de la notation est disponible.

L'objectif principal de cette nouvelle notation est de faciliter la modélisation des processus et de réduire l'écart entre le personnel technique et le personnel d'affaires. Plusieurs autres notations et méthodologies ont été examinées afin de recueillir les meilleures idées pour une notation unique. Il s'agit notamment de : UML, IDEF, ebXML, RosettaNet, LOVeM et EPC [Omg, 06a].

⁶ **UML AD** : Unified Modeling Language Activity Diagrams

⁷ Par la **notation** nous voulons dire l'apparence visuelle des éléments graphiques et la sémantique des éléments.

Le BPMN est encore dans une phase d'évolution et il devrait être développé d'avantage. En fin de compte il devrait y avoir une notation qui prend en charge la présentation à la fois graphique et formelle des processus d'affaires. [Omg, 06a].

4.8.1.2. La notation BPMN

BPMN ne soutient que les concepts qui sont nécessaires lors de la modélisation des processus métier (business processes). Autres Modélisation d'entreprise sont hors de portée. Par exemple BPMN n'est pas applicable pour la modélisation des stratégies ou de structures organisationnelles. [Omg, 06a].

La notation définit le diagramme de processus métiers (BPD) Business Process Diagram qui est basé sur les diagrammes de flux.

Le modèle processus métier combine le BPD et les contrôles de flux qui définissent l'ordre d'exécution des activités. [Whi, 04a].

L'idée de base de la notation, c'est qu'il y a seulement quelques éléments de base qui sont faciles à apprendre. Les éléments les plus avancés peuvent être utilisés pour modéliser les processus plus complexe L'ensemble BPD élément central se compose de huit éléments principales.

4.8.1.3. Les éléments du diagramme de processus métiers

Pour conserver la notation simple, il y a seulement quatre éléments de catégories de base.

- Objets de flux (flow Objects)
- Objets de raccordement (Connecting Objects)
- Couloirs (Swimlanes)
- Artefacts (Artifacts)

Les objets de flux définies le comportement du processus métier.

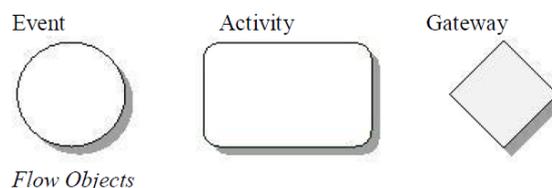


Figure 4.2 : les éléments de catégories de base [Sch, 04]

Les événements (Event) se produisent au cours du processus métier. Ils ont généralement un déclencheur et un résultat. Le type d'un événement définit influe sur le débit. Une activité (Activity) est quelque chose que l'organisation effectue. Une activité peut être atomique ou non atomique. Une passerelle (Gateway) détermine le branchement, la bifurcation, la

fusion et la jointure des chemins. Les marqueurs internes sont utilisés pour définir le contrôle du comportement.

		Message	Timer	Exception	Cancel	Compensation	Rule	Link	Multiple	Terminate
Start										
Intermediate										
End										

Figure 4.3 : La liste complète des types d'événements BPMN [Sch, 04]

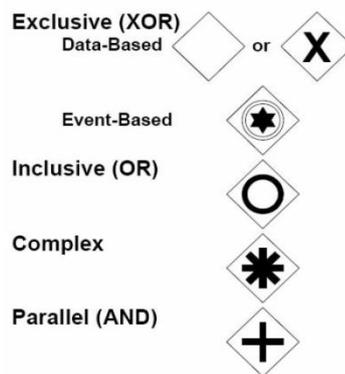


Figure 4.4 : La liste complète des types de contrôle de passerelle BPMN [Omg, 06a]

Objets de liaison relient les objets de flux entre eux ou à d'autres informations.

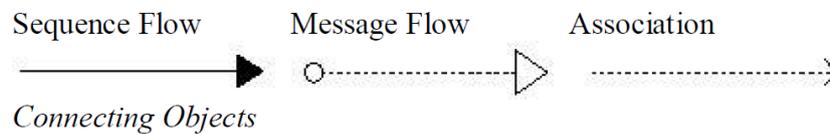


Figure 4.5 : Objets de Connexion

Un flux de séquence (Sequence Flow) définit l'ordre d'exécution des activités. Un flux de messages (Message Flow) définit le flux de messages entre des entités métier, une Association (Association) associe l'information à des objets de flux. Les voies (Swim Lane) groupent les éléments de modélisation.

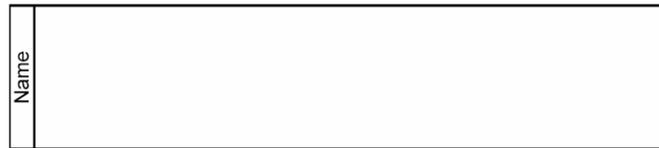


Figure 4.6 : Couloir

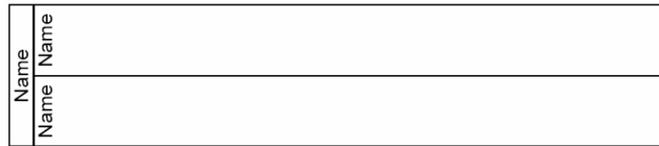


Figure 4.7 : Principe avec deux couloirs (a pool with two lanes)

Il peut y avoir un seul participant dans un pool. Les Voies sont utilisées pour organiser et classer les activités.

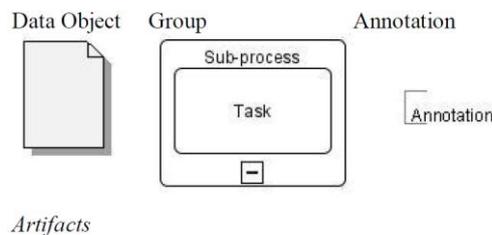


Figure 4.8 : Les Artefacts

Les artefacts n'ont pas d'impact direct sur la séquence ou le flux de messages. Les objets de données (Data Objets) représentent l'information nécessaire pour effectuer une certaine activité. L'élément groupe (Group) est utilisé pour des activités de groupe et il peut être aussi utilisé pour la documentation ou l'analyse. Les Annotation (Annotation) peuvent être utilisées pour ajouter du texte supplémentaire au schéma.

4.8.1.4. Trois niveaux d'abstraction dans BPMN

BPMN est conçu pour supporter la modélisation des processus de bout en bout (end-to end). Pour être en mesure de modéliser les processus complexes de ce genre, des différents niveaux d'abstraction peuvent être utilisée. La modélisation peut être démarrée à partir des activités de haut niveau et les données peuvent être séparées pour plusieurs diagrammes.

Il existe trois niveaux d'abstraction de base pour de BPMN :

- 1. Un processus métier privé (interne)** comprend les activités qui sont internes à une organisation, un processus privé est identique à workflow, ce niveau d'abstraction représente plus de détails et d'activités privées qui ne devraient pas être vus par d'autres organisations, L'interaction avec les participants externes peuvent également être incluse à ce niveau.

2. **Un processus métier Abstrait (publique)** représente les activités qui sont nécessaires pour interaction avec un processus métier privée et un autre processus ou un participant. Les activités internes ne sont pas représentées.
3. **Un processus métier de collaboration (Global)** est un niveau d'abstraction B2B (Business-to-Business). Il représente le processus métier à partir du point de vue global, ces processus ne peuvent pas être utilisés en vue de toute entité métier. Seules les interactions entre deux ou plusieurs entités métier sont présentés [Omg, 06a].

4.8.1.5. Le formalisme et la cartographie (mapping) en BPMN

L'idée de BPMN est qu'il devrait être facile à utiliser. C'est pourquoi la notation BPMN n'est pas formelle, La spécification de BPMN définit un mappage pour Business Process Execution Language for Web Services (BPEL4WS) qui est un mécanisme officiel pour définir un processus métier [Omg, 06a]. L'exécution du modèle de processus est un objectif important de BPMN. La conversion automatique entre les processus graphiques et les processus exécutables et l'échange entre les outils conformes au schéma devrait être atteint pour assurer le succès de la notation [Sch, 04].

4.8.2. Introduction à UML (Diagramme d'Activité)

Dans cette deuxième partie, nous décrivons les diagrammes d'activités UML 2.0, et dans quel but ils sont utilisés, selon la spécification.

4.8.2.1. Les bases de l'UML

Le langage de modélisation unifié ou Unified Modeling Language en anglais, a été développé par l'Object Management Group (OMG) il y a une dizaine d'années et il est actuellement en version 2.4.1 [Wik, 12], Le champ d'application du langage UML est très large et couvre un ensemble grand et diversifié de domaines d'application. Les diagrammes d'activités UML peuvent être utilisés pour modéliser un processus métier.

En UML un diagramme d'activités est une variante du diagramme d'État où les états représentent les opérations, et les transitions représentent les activités qui se produisent quand l'opération est terminée [Wik, 12]. Le diagramme d'activités UML 2.0 (UML AD) a été formé sur la base des idées de réseaux de Petri à l'aide de la sémantique définies dans le flux de jeton [Woh, 05].

4.8.2.2. La notation d'UML

Le diagramme d'activité est un diagramme de comportement dont l'unité fondamentale est l'action. Une action peut avoir un ensemble d'entrées et de sorties, et elle peut aussi changer l'état du système. Il y a plus de 40 différents types d'actions, mais les suivantes sont les plus pertinents pour la modélisation des processus métier: le concept

d'action général, l'événement d'action, signal d'envoi et les constructions d'actions d'appel de comportement. [Omg, 06b].

Pour illustrer le comportement du système, le DA comporte des éléments appelés « Les activités ».dans les diagrammes ces activités sont séparées aux bords et aux nœuds. Les bords agissent comme connecteurs entre les nœuds dans un ordre séquentiel. Les nœuds peuvent être des actions, des sous activités, objets de données ou nœuds de contrôle [Omg, 06b].

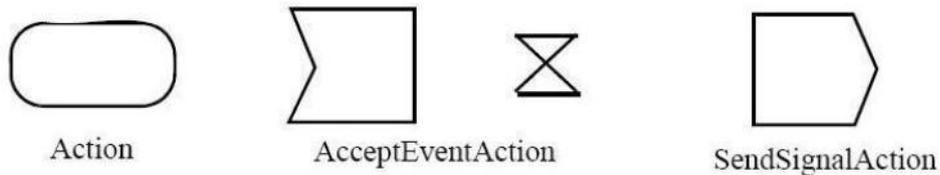
Le principe de base du DA est qu'il y a des éléments qui peuvent être utilisés pour diverses raisons. Pour modéliser les processus métier, vous devez savoir quels sont les éléments les mieux adaptés pour vous. Lorsque des éléments sont fixés, la modélisation est simple et facile à lire pour ceux qui ont le même genre d'expérience.

4.8.2.3. Les éléments du diagramme d'activité

Les activités peuvent être divisées en cinq catégories principales d'éléments :

- Actes (Actions)
- Sous-activités (Sub Activities)
- Objet de données (Data Object)
- Nœuds de commande (Control nodes)
- Partition (Partition)

Les actions (Actions) définissent le comportement du processus métier. Ils ont des entrées et sorties qui pourrait être également vides. Les actions peuvent changer l'état du système.



Actions

Figure 4.9 : les Actions

Les sous activités (Activities) masquent la complexité d'un modèle.



Sub Activities

Figure 4.10 : Les Activités

Un objet de données (Data Objects) indique une instance d'un classificateur particulier, peut-être dans un état particulier, qui peut être disponible à un point particulier dans l'activité.

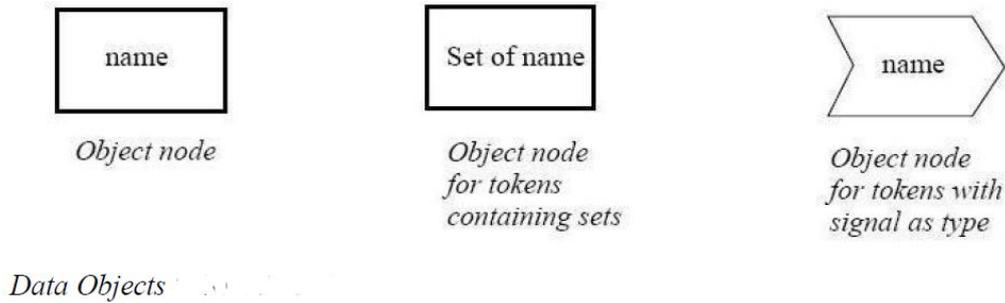


Figure 4.11 : les Objets de Données

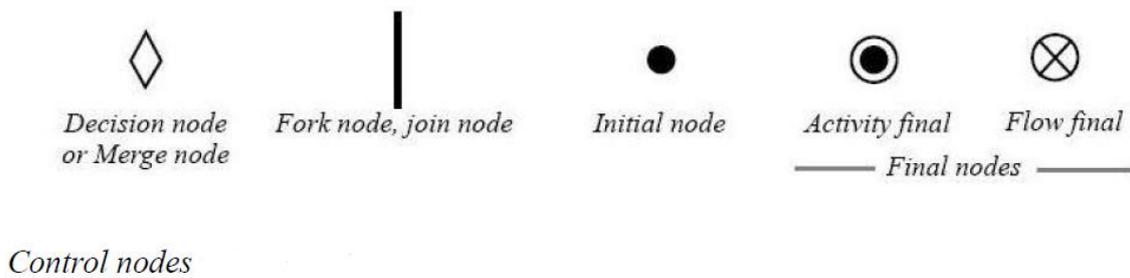


Figure 4.12 : Les Nœuds de contrôles

Les Partitions (Partitions) divisent les nœuds et les bords pour limiter et montrer une vue des nœuds qu'elles contiennent. Elles correspondent souvent à des unités d'organisation dans un modèle de processus métier.

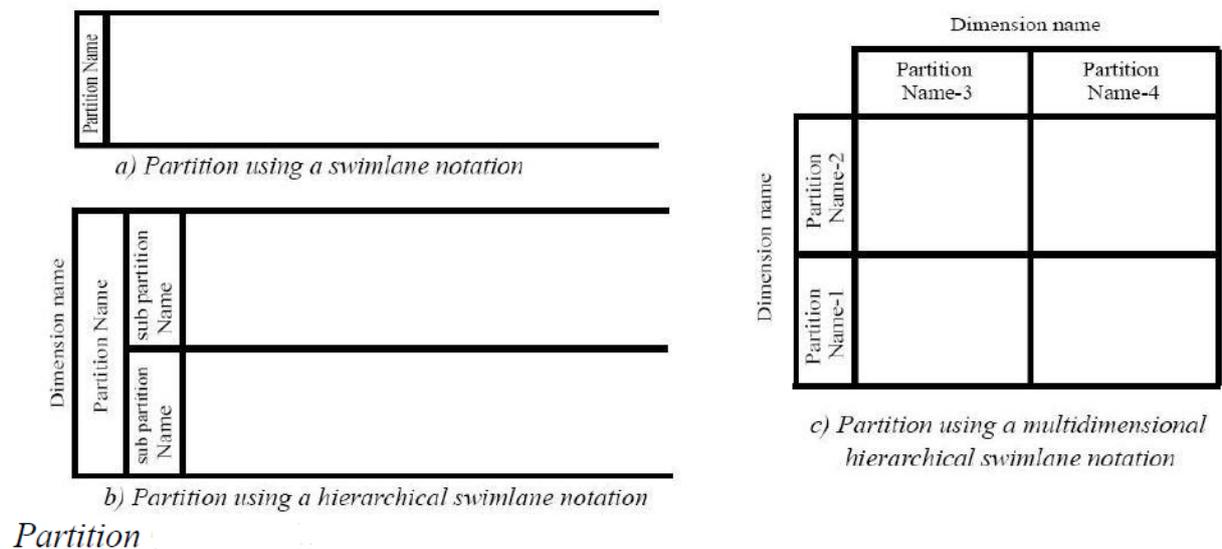


Figure 4.13 : Les Partitions

4.8.2.4. Modélisation de processus métier avec l'UML

La spécification du DA ne parle pas de la modélisation des processus métier. Elle dit que les activités peuvent être appliquées à la modélisation d'ingénierie ou la modélisation workflow pour les l'organisation. [Omg, 06b].

Les Couloirs (Swimlanes) sont utilisés pour exprimer le partitionnement hiérarchique d'un processus. Il ne peut y avoir qu'un seul contrôleur avec un État par diagramme qui gère l'exécution d'un processus. Il n'existe pas de concepts permettant d'ajouter participants du processus au même diagramme chacun avec leur propre contrôleur. [Omg, 06b]. Il est donc difficile de modéliser un processus de collaboration qui est soutenu par BPMN.

4.8.2.5. Le formalisme et de la cartographie (mapping) en UML

Il y a différents niveaux de conformité en UML. Chaque niveau de conformité ajoute plus de capacités sur l'ex niveau de conformité. Le niveau de conformité le plus faible est formellement défini. Toutefois, il n'est pas possible et pratique de définir formellement la notation entière d'UML. Les niveaux de conformité aident à éviter les problèmes d'échange de modèles entre les différents outils en augmentant la probabilité que les outils soutiennent les mêmes sous-ensembles linguistiques identiques ou compatibles. [Omg, 06b].

La spécification du DA ne définit pas de mappage (mapping) pour n'importe quel langage exécutable, mais la syntaxe devrait faire le mappage possible [Omg, 06b) En étendant ou en personnalisant le Model Driven Architecture (MDA), l'UML peut être mappé à BPEL4WS [Man, 05]. Dans ce mappage, DA ne serait utilisé que pour décrire le comportement du processus BPEL4WS. Une autre solution similaire est d'utiliser l'approche du modèle UML Model Driven Development (MDD). Dans cette approche du DA est d'abord transformé en BPMN, puis en BPEL4WS [Kal, 06].

4.8.3. Les modèles de structure de contrôle (Control-flow)

Les modèles fondamentaux de Structure de contrôle devraient être pris en charge par tous les langages de modélisation de processus, car elles correspondent à des constructions de Structure de contrôle qui sont définis par le Workflow Management Coalition. BPMN et UML AD les deux soutiennent tous ces modèles [Woh, 06b].

La Synchronisation de fusion n'est pas supportée par UML AD et Elle est partiellement supporté par BPMN car que le workflow structuré est pris en charge. **Figure 4.14** et **4.15** [Woh, 06b].

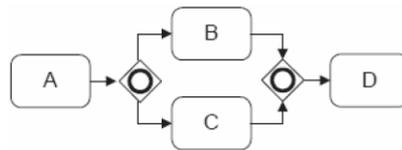


Figure 4.14 : Exemple structure de contrôle 1 [Woh, 06b].

- Dans La Synchronisation de fusion dans la notation BPMN **Figure 4.14** : le workflow structuré peut être modélisée [Woh, 06b]

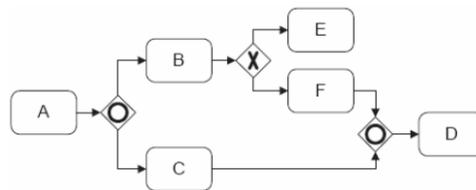


Figure 4.15 : Exemple structure de contrôle 2 [Woh, 06b].

- Dans La Synchronisation de fusion dans la notation BPMN **Figure 4.15** : le workflow non structuré ne peut pas être modélisé Cela ne fonctionne pas Si l'activité E est sélectionnée l'élément de divergence (après F) ne le connaîtra pas [Woh, 06b].
- Les formes structurelles, les multiples modèles d'instances et les modèles d'annulation sont aussi bien pris en charge par les deux notations [Woh, 06b].

4.8.4. Les modèles de données

La visibilité des données est également bien soutenue par les deux notations. BPMN supporte les données de cas (Case Data) et les données de workflow d'UML AD. BPMN ne supporte que partiellement les données d'instance multiples et seulement les données de tâche (Task Data) d'UML AD [Woh, 06b].

4.8.4.1. Les modèles de visibilité

Les modèles de visibilité de données décrivent les contextes dans lesquels les éléments de données peuvent être définis et utilisés [Rus, 05a] Nous pensons que la notation n'a pas de soutenir l'ensemble de ces modèles pour être en mesure de définir efficacement les processus métiers Il suffit de soutenir le sous-ensemble de ces modèles. Par exemple, il existe trois modèles qui ne sont pas pris en charge par BPMN ou UML AD L'absence de soutien pour certains modèles est plus un problème de conception qu'une grave lacune.

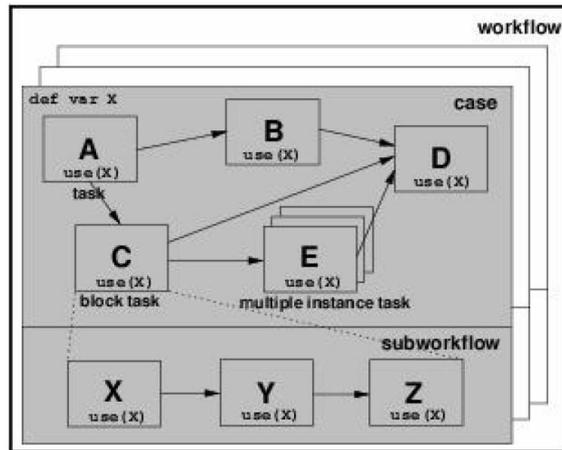


Figure 4.16 : Exemple modèles de visibilité 1[Rus, 05a].

- La visibilité de données du niveau de cas **Figure 4.16** : La variable X est visible pour toutes les tâches tout au long le workflow case.

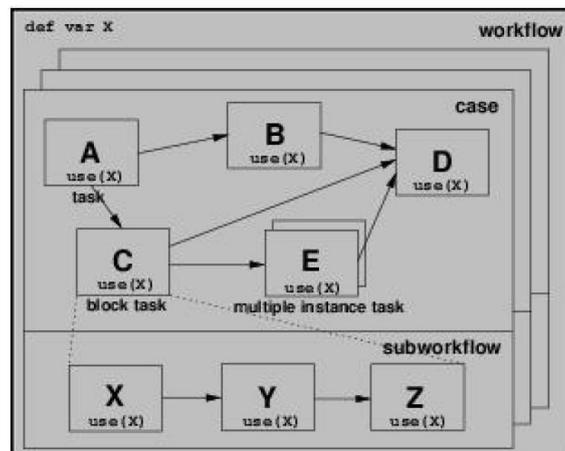


Figure 4.17 : Exemple modèles de visibilité 2 [Rus, 05a]

- La variable X est visible au niveau global dans tous les cas de workflow

4.8.4.2. Interaction de données

Les éléments de données (Data elements) devraient être en mesure de passer d'un composant à un autre dans un workflow, et aussi en dehors du workflow [Rus, 05a]. Dans un workflow, l'UML AD supporte les éléments de données transitant entre un composant unique et d'une tâche d'instance multiple dont BPMN ne prend pas en charge. Cependant BPMN supporte beaucoup mieux les modèles d'interaction de données, car UML AD ne prend pas en charge les interactions externes de données. [Woh 04] Cela signifie qu'UML AD ne peut pas passer les éléments de données en dehors du modèle. En revanche BPMN peut passer ces éléments de données de la tâche vers l'environnement et vice-versa [Woh, 06b].

4.8.4.3. Transfert de données

les modèles de transfert de données décrivent les mécanismes possibles qui peuvent être utilisés pour transmettre les éléments de données entre un composant du workflow et un autre [Rus, 05a]. L'UML AD supporte le transfert de données par référence et BPMN supporte le transfert de données à la fois par valeur et par référence. En outre, l'UML AD soutient directement les transformations de données lorsque des éléments de données sont transmis [Woh, 06b]. Les modèles de transfert de données ne révèlent pas de différences significatives entre les notations.

4.8.5. Les modèles de ressources

BPMN et UML AD soutiennent les mêmes modèles de ressource [Woh, 06b]. Aucune différence ne peut être tirée des modèles de ressources entre ces notations. En fait, il y a seulement quelques modèles de ressources qui sont pris en charge.

Selon la spécification BPMN, la modélisation des ressources ne sera pas une partie du BPMN [Omg, 06a]. La spécification d'UML ne donne pas une réponse claire la raison pour laquelle les modèles de ressources ne sont pas pris en charge dans UML AD, mais il y a d'autres types de diagramme qui sont probablement mieux adaptés à la modélisation des ressources [Omg, 06b].

4.9. Conclusion

BPMN a un meilleur pouvoir de représentation des structures de contrôle et les modèles de données. Bien que les deux notations donnent également des résultats faibles dans les modèles de ressources, la seule réelle et significative différence semble être le manque de soutien des interactions externes en UML AD. Dans ce contexte, le pouvoir de représentation de BPMN peut être vu mieux qu'UML AD.

Toutefois, nous pourrions conclure, que s'il devrait y avoir un besoin de choisir quelle notation à utiliser ou quelle démarche à utiliser, la décision ne peut être faite en se basant sur le pouvoir de représentation. Il est préférable de baser son choix entre les notations sur d'autres questions comme l'expérience acquise sur certains outils et sur les coûts et la complexité. L'objectif de notre étude dans ce mémoire et la modélisation d'un processus de concurrent engineering en utilisant les concepts et outils de BPM, le chapitre suivant présente et donne les avantages de cette méthode et les bénéfices qu'elle peut donner dans une organisation.

Cinquième chapitre :

5. CONCURRENT ENGINEERING (INGENIERIE SIMULTANEE)

5.1. Introduction

Dans le chapitre actuel nous présentons l'historique et la chronologie de l'ingénierie simultanée (concurrent engineering), passant d'abord par l'ingénierie séquentielle puis en donnant les limites de cette dernière nous arrivons à l'importance et aux points clé de cette méthode.

Ce chapitre est structuré comme suit :

- ⊙ L'Ingénierie séquentielle
- ⊙ L'Ingénierie simultanée
- ⊙ Un Exemple industrielle d'application de l'ingénierie simultanée

5.2. Ingénierie séquentielle vs Ingénierie simultanée

Durant ces vingt dernières années, et ce dans le monde entier, toutes les industries ont dû faire face à des exigences clients de plus en plus élevées, des changements technologiques rapides, des contraintes environnementales, des pressions de la concurrence en termes de qualité et de prix, la réduction des délais de mise sur le marché. De ce fait, de nouvelles méthodes de travail ont dû être mises en place. Les industries sont passées de l'ingénierie séquentielle à l'ingénierie simultanée. Dans les paragraphes suivants, ces deux concepts sont présentés. Cette présentation permettra de les comparer et de bien appréhender les nouvelles problématiques découlant de l'Ingénierie Simultanée.

5.2.1. Ingénierie séquentielle

5.2.1.1. Historique

L'Ingénierie Séquentielle est la méthode traditionnelle de développement de produits depuis la révolution industrielle survenue à la fin du XIXème siècle. Elle. Lors du développement de produits en ingénierie séquentielle, les activités sont distribuées dans des départements spécifiques, du marketing à la vente en passant par le bureau d'études. Chaque département se cantonne à ses objectifs sans intervenir directement dans les activités d'un autre département. Les activités sont coordonnées par les documents validés par le département amont.

5.2.1.2. Principe

Le processus de développement débute par la définition des besoins qui sont ensuite communiqués au bureau d'études. Le bureau d'études élabore les solutions techniques qui permettent de satisfaire les besoins définis précédemment. Ces solutions techniques sont décrites sous formes de documents qui peuvent être des dessins et des nomenclatures. Ces documents sont ensuite généralement transmis au bureau des méthodes qui a pour rôle de

préparer l'industrialisation et la fabrication des solutions définies par le bureau d'études. Enfin, une phase de tests est réalisée pour vérifier si les besoins définis à l'origine ont bien été satisfaits. Si ce n'est pas le cas, des corrections doivent être apportées. Ainsi, les flux d'informations n'existent qu'entre deux départements consécutifs Figure 5.1.

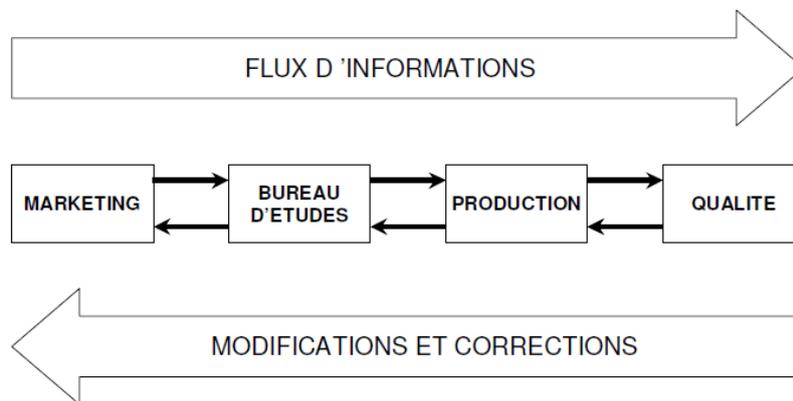


Figure 5.1 : Représentation schématique du processus d'ingénierie séquentielle [Fle, 98]

Chaque phase est traitée de manière distincte, et la phase suivante ne démarre que lorsque la phase courante est terminée. Par exemple, le bureau d'études doit terminer complètement la conception pour enfin transmettre les plans au bureau des méthodes, qui peut ainsi définir les processus de production.

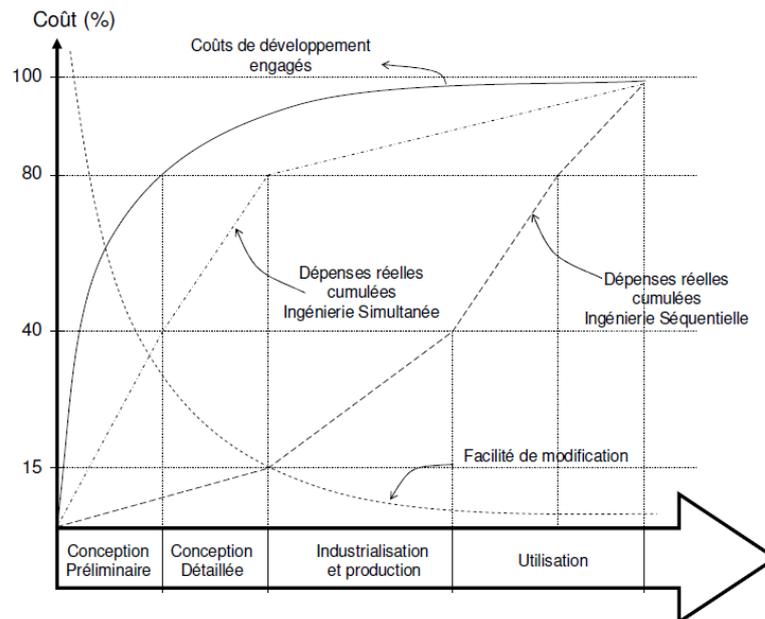
5.2.1.3. Limites

Le problème de fond, avec cette approche, est qu'il faut que chaque phase puisse fonctionner de manière totalement indépendante vis-à-vis des autres départements et par conséquent vis-à-vis des autres métiers. Il semble évident que ceci n'est pas le cas. Si l'on reprend l'exemple précédent, lors de la conception, des décisions qui découlent directement de la production doivent être prises au moment même de la conception. Or, les concepteurs n'ont pas forcément toutes les compétences pour répondre correctement à des problématiques de production. Ainsi, avec une telle approche, lorsque le résultat de la phase finale de conception arrive en phase de production, les acteurs impliqués dans cette phase doivent demander des modifications de conception pour résoudre des problèmes non identifiés auparavant et satisfaire les exigences liées à la production.

➤ Des modifications coûteuses dans le temps :

Ces allers retours entre les départements ont pour conséquence d'allonger les délais de développement des produits. D'autre part, pendant le développement d'un produit, plus une erreur est détectée tardivement, plus les modifications à apporter sont complexes, étant donné la maturité du développement. Il est donc clair que pour réduire les coûts de développement, il

faut éviter les modifications tardives dans le cycle de développement du produit. La **Figure 5.2** résume ce principe.



➤ Modifications coûteuses dans la phase de production :

Une modification intervenant lors de la phase de conception préliminaire sera beaucoup plus facilement réalisable qu'une modification au cours de la phase de production. En effet, lors des phases de conceptualisation et de définition du produit, une modification de dimension, de forme ou de position d'une pièce dans un ensemble se traduit par une mise à jour du ou des modèles CAO concernés. Au contraire, si la modification nécessaire est détectée pendant l'industrialisation, la production ou bien même l'utilisation du produit, elle aura des conséquences beaucoup plus coûteuses compte tenu du fait que des ressources (outillages, matériaux...) auront été engagées et qu'elles devront pour certaines être remises en cause (modification d'outillage, rappel des produits d'une série donnée pour corriger un défaut identifié tardivement, etc.). En résumé, les coûts induits sont inversement proportionnels à la facilité de prise en charge de la modification.

5.2.1.4. Nouvelles méthodes de travail

A Tous les inconvénients de l'Ingénierie Séquentielle présentés précédemment ont amené les industriels à réfléchir sur de nouvelles méthodes de travail avec pour objectif essentiel de réduire les délais de développement et les coûts induits par ces derniers. C'est ainsi qu'est né le concept de l'Ingénierie Simultanée présenté dans les paragraphes suivants.

5.2.2. Ingénierie simultanée

5.2.2.1. Historique

Les origines de l'Ingénierie Simultanée sont le résultat d'une étude américaine de Clarck et Fujimoto [Cla, 91] sur le secteur automobile japonais à la fin des années 1980. Durant cette étude, les auteurs ont constaté des temps de mise sur le marché de l'ordre de 25% moindre au Japon qu'en Europe ou aux États-Unis. Ils expliquent ces gains par des facteurs organisationnels :

- organisation des projets autour de leaders aux pouvoirs forts,
- constitution d'équipes de projet impliquant différents services de l'entreprise,
- confrontation des points de vue dès le début du projet,
- organisation simultanée du processus de développement produit.

5.2.2.2. Définition

Le concept d'Ingénierie Simultanée est né de l'étude mentionnée précédemment. Dans la littérature, on rencontre encore plusieurs appellations pour ce concept : Ingénierie Concourante, Ingénierie Intégrée et de nombreuses définitions [Tic, 98] [Boc, 98] [Jag, 93] [Cha, 93] [Bou, 94].

De façon plus formelle, la définition proposée de l'ingénierie simultanée est composée de deux documents officiels. La première partie a été soumise dans l'"Internal CERC report" par M. Cleetuset M. Wood [Dav, 91] et la deuxième provient d'une partie de la définition de l'IDA (Institute for Défense Analyses) dans son rapport IDA R338 "The Role of Concurrent Engineering in Weapons Systems Acquisition" [Pal, 91]:

- *"Concurrent Engineering is a systematic approach to integrated product development, That emphasizes response to customer expectations and embodies team values of cooperation, trust, And sharing in such a manner that decision making proceeds with large intervals of parallel working by all life-cycle perspectives, synchronized by comparatively brief exchanges to produce consensus."*
- *"This approach is intended to cause the developers, from the outset, to consider all elements of the product life cycle from conception through disposal, including quality, cost, schedule, and user requirements."*

Toutes ces définitions peuvent se résumer sous la définition suivante :

- *L'Ingénierie Simultanée est : « une approche systématique pour la définition d'un produit consistant à prendre en compte, dès la phase initiale de conception, tous les*

éléments du cycle de vie du produit, de l'analyse des besoins à la fabrication et au soutien en utilisation, simultanément par tous les secteurs de l'entreprise. »

5.2.2.3. Choix du terme

Dans ce qui suit, nous avons choisi d'utiliser le terme d'Ingénierie Simultanée. En effet, le terme d'Ingénierie Concourante peut être mal interprété. La confusion entre concourante et concurrente est très fréquente. Ces termes sont phonétiquement très proches mais ont des significations différentes.

5.2.2.4. Intérêts de l'approche simultanée

Les problèmes rencontrés, dans le cadre d'une approche séquentielle, sont systématiquement remontés au bureau d'études qui se voit chargé d'apporter les corrections nécessaires. Mais il faut bien avouer que là, n'est pas la fonction première d'un bureau d'études. Il en résulte une certaine lenteur quant aux modifications apportées aux produits ainsi qu'un certain immobilisme lors de la redescende de l'information dans les autres services. On constate alors un allongement des temps de mise sur le marché dont nous avons déjà exposé les graves conséquences. La seule solution physique qui permette une réduction efficace du « time to market » consiste à éclater cette structure linéaire séquentielle en faisant travailler les différents services en même temps sur un même projet. Cela a pour effet à court terme de limiter fortement les modifications apportées au produit et de pouvoir ainsi concevoir et fabriquer le produit dès le premier jet.

Une autre différence par rapport à l'approche projet classique, est la constitution d'équipes de projet pluridisciplinaires, qui regroupent les différents acteurs métiers qui interviennent tout au long du cycle de vie du projet. Ces équipes représentent le centre nerveux de l'ingénierie simultanée. L'idée est d'aboutir à une solution quasi optimale, en un minimum de temps en recueillant les opinions tout aussi diverses que variées de ces acteurs métiers et ce, dès la phase de conception, en faisant participer toute l'entreprise et en comprenant le rôle des différents services.

5.3. Exemple industrielle d'application de l'ingénierie simultanée

5.3.1. Facom mis sur ces partenaires industrielles

Facom, leader européen de l'outillage à main, a adopté le concept d'ingénierie simultanée. Certes Facom a dû bouleverser ses procédures internes de travail, mais le gain de temps pour développer un nouveau produit et les gains de production compensent largement ce réajustement. Il existe maintenant une trentaine de groupes de projets qui travaillent chacun sur le site industriel qui produira l'outil (unité de lieu). Les contraintes sont résolues

simultanément dans un esprit pluridisciplinaire, il apparaît même une certaine concurrence créatrice entre les acteurs métiers. L'exemple d'une nouvelle monture de scie est frappant ; son prix initial a été abaissé de plus de 30 % et l'outil est lancé en fabrication seulement 8 semaines après l'expression du besoin, grâce à l'interaction entre autres de designers et moulistes extérieurs. On retrouve dans cette démarche la politique de PSA qui fait appel aux sous-traitants ou plus exactement, ce vocable n'étant plus d'actualité, aux partenaires industriels.

5.4. Conclusion

Cette partie du mémoire a montré que Le but de l'ingénierie simultanée est de faire évoluer le processus de conception dans trois niveaux :

- Réduire les délais en mettant les tâches en parallèle.
- Augmenter la qualité en intégrant toutes les contraintes liées au produit tout au long de son cycle de vie et au plutôt dans le processus de conception.
- Diminuer le coût, en faisant bien le plus vite, en évitant les rebouchages et en optimisant le produit globalement.

La **Figure 5.3** présente un schéma du gain de temps de l'approche concurrente vers l'approche séquentielle. Nous pouvons remarquer que la parallélisations de tâches permet de démarrer plus vite certaines tâches. Cependant ceci impose que toutes les activités sont indépendantes les unes des autres. Ce qui n'est pas forcément exact. Une certaine activité peut avoir besoin des résultats d'une autre. En conséquence, si cette activité démarre avant d'avoir toutes les informations nécessaires pour sa réalisation, elle sera « conduite » comme la résolution d'un problème mal défini, d'où intérêt de faire participer les responsables de cette activité pour prendre en compte leurs contraintes dans la réalisation de l'activité précédente. Nous sommes d'accord avec [Pru, 99] qui affirme que la conception est donc une activité parallèle et intégrée.

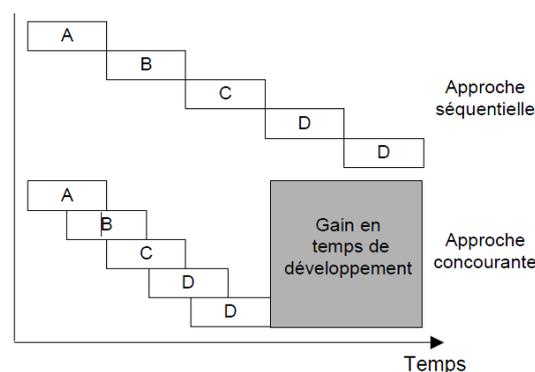


Figure 5.3 : Le gain en temps de l'approche concurrente versus l'approche séquentielle [Pru, 99]

Sixième chapitre :

6. IMPLEMENTATION

6.1. Introduction

Cette partie du mémoire est consacrée à présenter le rôle de notre application liée à notre thème de recherche, cette application est un outil riche en options permettant à l'utilisateur de modéliser des diagrammes de workflow d'une manière relativement claire et complète. Après nous allons modéliser un exemple concret dans le domaine du Bâtiment.

Mais avant ça nous aborderons en premier lieu les différents outils nécessaire (la plateforme .net, le .net Framework et l'environnement de développement) qui nous ont servis à élaborer celle-ci.

6.2. La plateforme .net et le .net Framework [V2B, 2012].

La plateforme .net un ensemble de composants logiciels permettant de construire nos solutions métiers, elle est effectivement l'ensemble de la couverture des logiciels Microsoft qu'on pourra tendre au travers du .net Framework, elle est composée d'une part des applications tel que les systèmes d'exploitations avec des Windows Server ainsi que les systèmes d'exploitations Windows que nous connaissons tel que Windows XP, Windows Vista et Windows 7, nous pouvons développer également sur SQL server, Exchange, SharePoint, Office etc. Avec l'ensemble de ses logiciels nous aurons la capacité au travers de la plateforme .net et le .net Framework qui lui est associé de développer pour des ordinateurs et OS tel que nous connaissons, des téléphones mobile (la plateforme mobile de Microsoft, Windows Mobile et Smartphone), des solutions embarquer, ou des nouveau types de dispositifs (les tablettes PC, la Microsoft surface) **Figure 6.1.**



Figure 6.1 : La plateforme.net [V2B, 12].

La plateforme .net nous permet aussi un haut niveau d'intégration et d'interopérabilité grâce à l'intégration forte des Web Services, de son modèle de classes unifiées et de l'exploitation forte du standard XML à tous niveaux pour gérer au mieux la communication au sein même de la plateforme .net qu'avec les systèmes hétérogènes ou d'autres langages de programmation ou de communication **Figure 6.2.**



Figure 6.2 : Microsoft .net Partner solution [V2B, 12].

Le .net Framework est un ensemble de logiciels services communs, utilisables depuis plusieurs langages objet (VB, C++, C#, JavaScript etc.) c'est l'ensemble des services s'exécutent sous la forme d'un code intermédiaire indépendant de l'architecture, ce code intermédiaire initialement appelé IL pour (Intermediate Language) repose principalement au niveau de la CLI (Command Language Interface) avec la CLR (Command Language Runtime) qui Assurent les fonctions de gestion des ressources et de surveillance de bon fonctionnement des applications **Figure 6.3.**

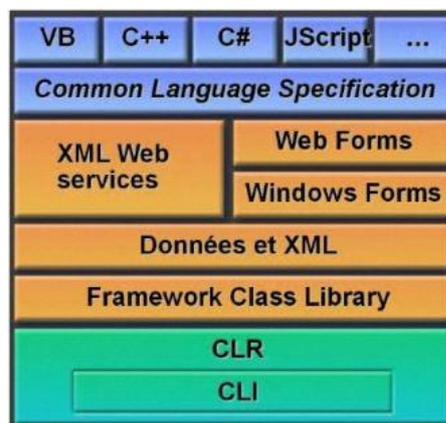


Figure 6.3 : Le .net Framework la CLR et CLI [V2B, 12].

Le .net Framework est également partiellement un standard ECMA (European Computer Manufacturers Association), ce standard ECMA se passe principalement au niveau de la CLI

(Command Language Interface) ce qui signifie le noyau de .net Framework ainsi que le langage C# voir **Figure 6.4**.

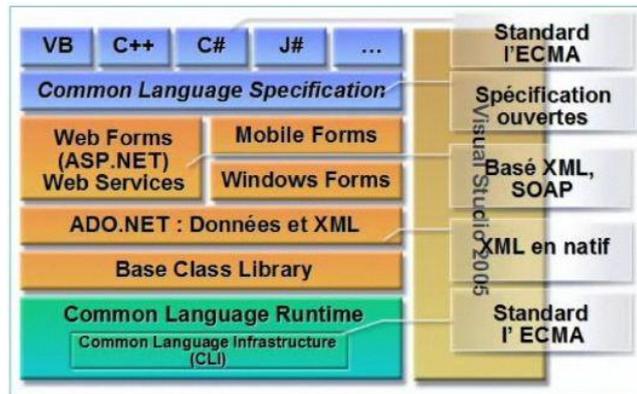


Figure 6.4 : le standard ECMA [V2B, 2012].

Effectivement nous avons vu la plateforme .net c'est-à-dire l'ensemble de écosystème des logiciels Microsoft que on pourra étendre avec le .net Framework. Puis le .net Framework qui est la partie que nous pouvons exploiter dans le cadre de la programmation, et il nous reste une des notions fondamental du .net Framework qui nous permettra de répondre à cette notion de plateforme .net et .net Framework qui est la notion de classes unifiées. Cette notion est le garant pour nous de cette capacité de passage sur les différents types d'application du .net Framework, un exemple tous simple : lorsque je créerai un bouton dans une application sur Windows (SE) ou un bouton sur un navigateur internet (une application de type web), ce bouton en fait exposera exactement les mêmes caractéristiques et il sera exploitable de la même manière ceci nous permettra de capitaliser sur nos connaissances et de ne devoir apprendre en définitive que les subtilités de chacune des plateformes de développement, Win forms (applications client), Web forms (applications légères), Mobile forms (pour les applications de type mobile) ainsi en unifiant la plateforme .net et le .net Framework nous pouvons développer de différents types d'application voir **Figure 6.5**.

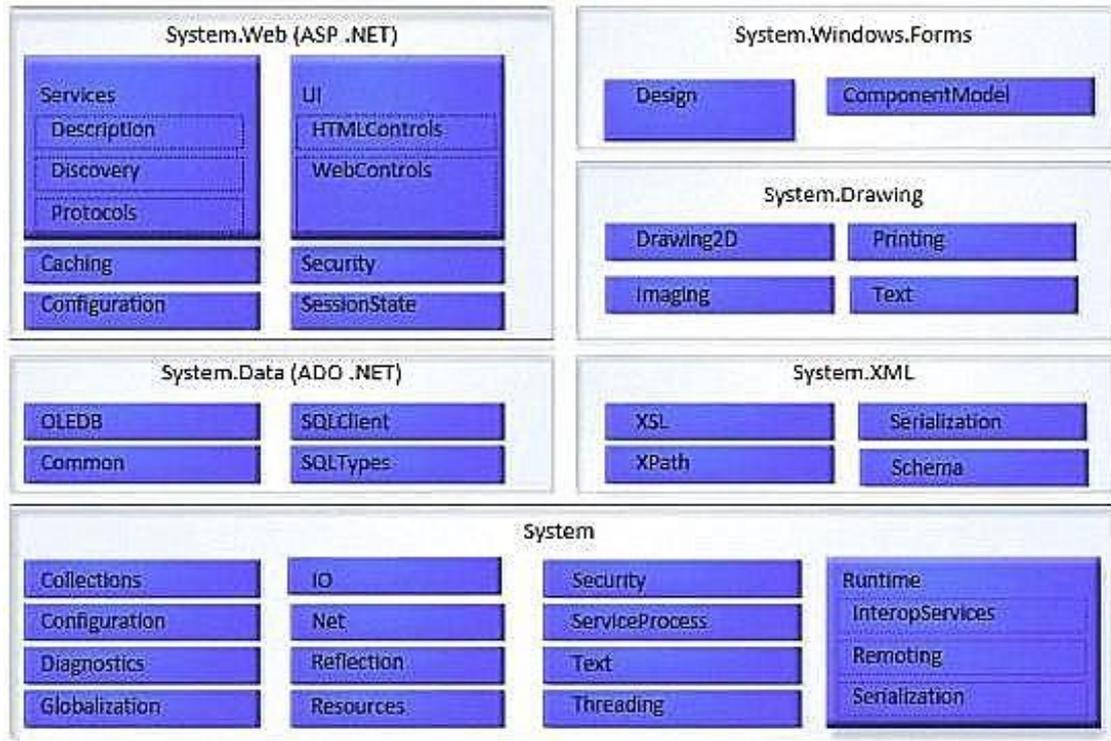


Figure 6.5 : la notion de classes unifiées [V2B, 12].

6.3. Historique du .net Framework

Le .net Framework n'est pas une plateforme qui est toute récente celle-ci fut mis à disposition du grand publique en 2002 comme vous pouvez le constater sur la **Tableau 6.1** nous retrouvons une association entre différents composants du .net Framework, nous avons déjà vu avant le .net Framework et sa plateforme, la CLR (Command Language Runtime) et des langages, nous avons une interface de développement qui s'appelle (Visual studio) c'est l'environnement qui va nous permettre de développer notre application associé à notre thème de recherche .

	2002	2003	2005	2006	2008	2010
Visual Studio	VS.NET 2002	VS.NET 2003	VS.NET 2005	VS.NET 2006	VS.NET 2008	VS.NET 2010
Langage	C# v1.0	C# v1.1	C# v2.0	C# v2.0	C# v3.0	C# v4.0
	VB.NET v7.0	VB.NET v7.1	VB.NET v8.0	VB.NET v8.0	VB.NET v9.0	VB.NET v10.0
Framework	.NET 1.0	.NET 1.1	.NET 2.0	.NET 3.0	.NET 3.5	.NET 4.0
CLR	CLR v1.0	CLR v1.1	CLR v2.0	CLR v2.0	CLR v2.0	CLR v2.0

Tableau 6.1 : Historique du .net Framework [V2B, 12].

La CLR est très importante elle engendre une notion de compatibilité ascendante de nos applications la **Figure 6.6** montre son évolution.

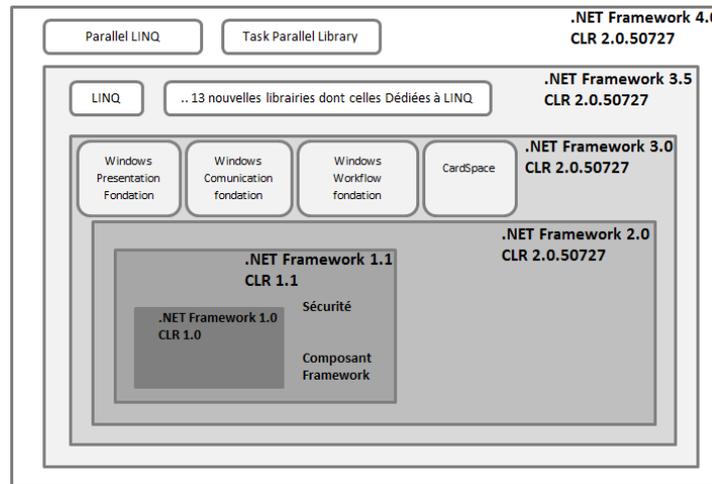


Figure 6.6 : Evolution de la CLR [V2B, 12].

6.4. L'Environnement de Travail

Nous avons vu précédemment la plateforme .net le .net Framework avec l'ensemble de ses éléments constituant, dont les langages et la CLR ainsi que la CLI, mais afin de nous permettre de travailler et de développer sur le .net Framework nous avons besoins d'un outil de développement qui s'appelle Visual Studio et qui est aujourd'hui en version 2010 la version future qui devrait être disponible d'ici quelque mois sera la version 2012, effectivement Visual Studio 2010 est disponible en plusieurs versions voir **Figure 6.7**, cette gamme est relativement complète et destinée vers des publics et développeurs différents, de développeurs amateurs au développeurs professionnels, nous avons choisi pour notre cas la version Premium car elle comporte plusieurs avantages et elle va nous permettre de gagner pas mal de temps dans notre développement .



Figure 6.7 : la famille de produit Visual Studio 2010 [MSD, 12]

6.5. Visual studio 2010 premium

Microsoft Visual studio 2010 premium est une panoplie complète d'outils qui simplifient le développement d'application, individuellement ou en équipe, permettent de produire des solutions évolutives de grand qualité. Qu'il s'agisse d'écriture de code, de création de bases de données, de test ou de débogage.

6.5.1. Spécificités (Avantages)

- Automatiser le test de l'interface utilisateur.
- Identifier l'impact de test résultant de changements de code.
- Simplifier le développement de base de données.
- Détecter des erreurs de codage courantes.
- Générer des données de test réalistes.

6.6. Smart Business Modeler

Smart Business Modeler est un logiciel de diagrammes, On peut ainsi créer des diagrammes de BPMN, des diagrammes d'activité d'UML ou encore rédiger du texte. C'est une solution open source (développé avec le langage C#) dédié aux étudiants qui font des recherches dans le même domaine et qui peuvent par la suite lire le code source le modifier et l'améliorer ainsi qu'au entreprises voulons modéliser des diagrammes de processus métier relative à leur besoins.

6.6.1. Icône et écran de démarrage

L'icône de bureau du logiciel Smart Business Modeler voir **Figure 6.8**, Représenté ci-dessous, permet de lancer l'exécution du logiciel, l'écran de démarrage est représenté dans la **Figure 6.9**.



Figure 6.8 : Icône du logiciel



Figure 6.9 : Ecran de démarrage du logiciel

6.6.2. Interface du logiciel «Smart Business Modeler »

Cette écran **Figure 6.10** donne une vue globale sur l'interface du logiciel, son avantage est que l'utilisateur familier avec les différents logiciels de la suite office (Word, Excel, Powerpoint, etc.) trouve une certaine facilité de manipulation, car on voit une ressemblance entre celui-ci et les logiciels de la suite office dans le Ruban.

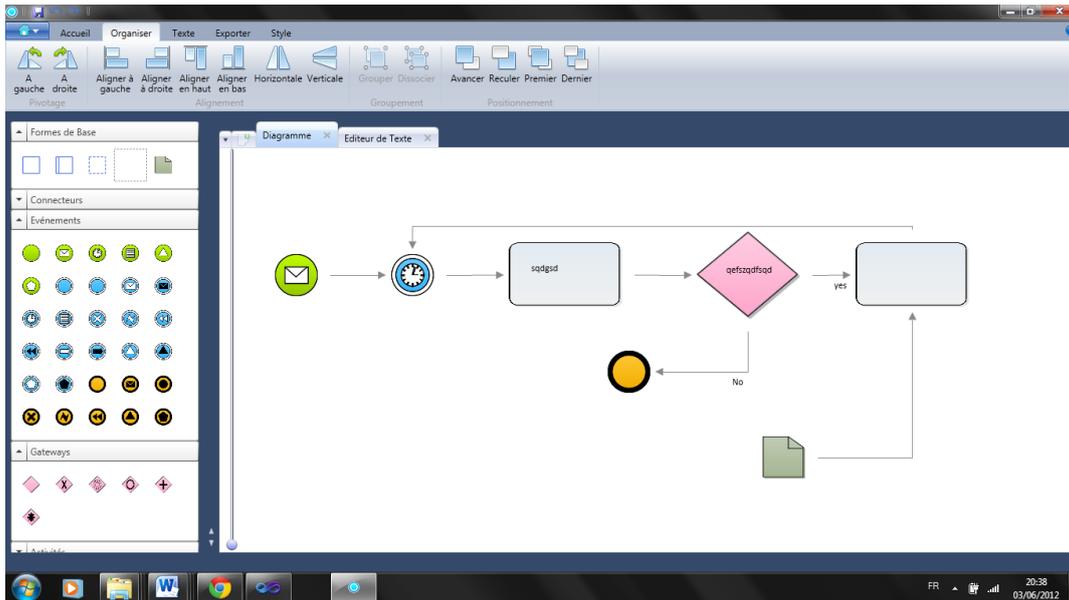


Figure 6.10 : Interface du logiciel «Smart Business Modeler »

6.6.3. Ruban du logiciel

Le Ruban du logiciel contient plusieurs onglets (Accueil, Organiser, Texte, Exporter et Style), chaque onglet est organisé selon plusieurs groupes, et chaque groupe a plusieurs boutons, c'est une organisation qui donne une certaine clarté voir **Figure 6.11**.

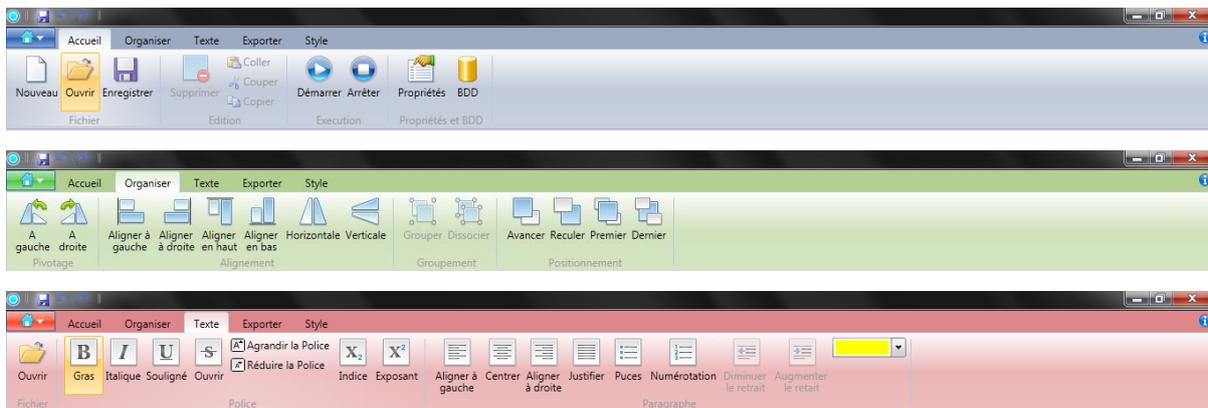


Figure 6.11 : Ruban du logiciel «Smart Business Modeler »

6.6.4. Menu et choix de méthode (UML AD/BPMN)

La méthode BPMN est initialement choisie lors de lancement du logiciel, en cliquant sur le bouton (UML AD/BPMN) **Figure 6.12** qui se trouve dans le menu permet de switcher vers l'autre méthode (BPMN/UML AD)

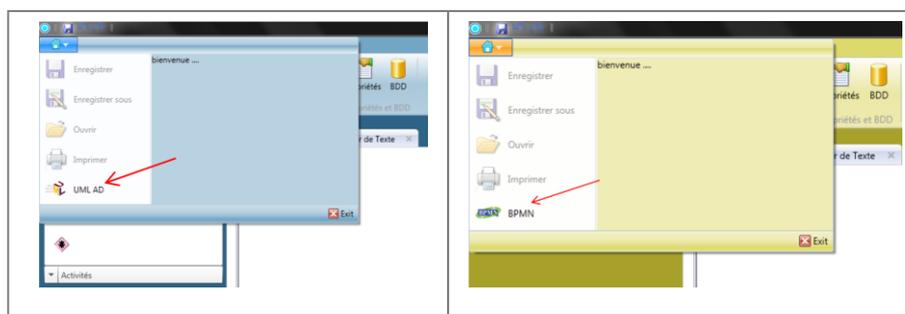


Figure 6.12 : Menu et choix de méthode (UML AD/BPMN)

6.7. Exemples de modélisation

Cette phase consiste à appliquer notre logiciel et élaborer avec les méthodes BPMN et UML des diagrammes pour résoudre les problèmes d'organisation liés au processus de conception coopérative concernant le secteur du bâtiment.

6.7.1. Partie BPMN

Dans la partie gauche du logiciel, cinq « Expanders » sont titré selon les types de formes qu'il contient voir **Figure 6.13**. Pour chaque forme il y a une étiquette (ToolTip) qui explique son rôle.

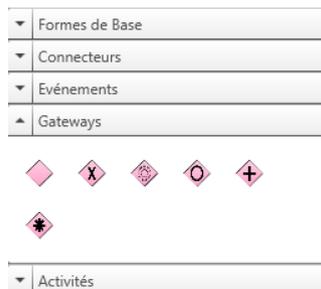


Figure 6.13 : Expanders (BPMN)

Pour dessiner le diagramme il suffit de glisser et déposer (Drag & Drop) ces formes sur la page à droite, l'exemple de modélisation du processus est présenté sur la **Figure 6.14**.

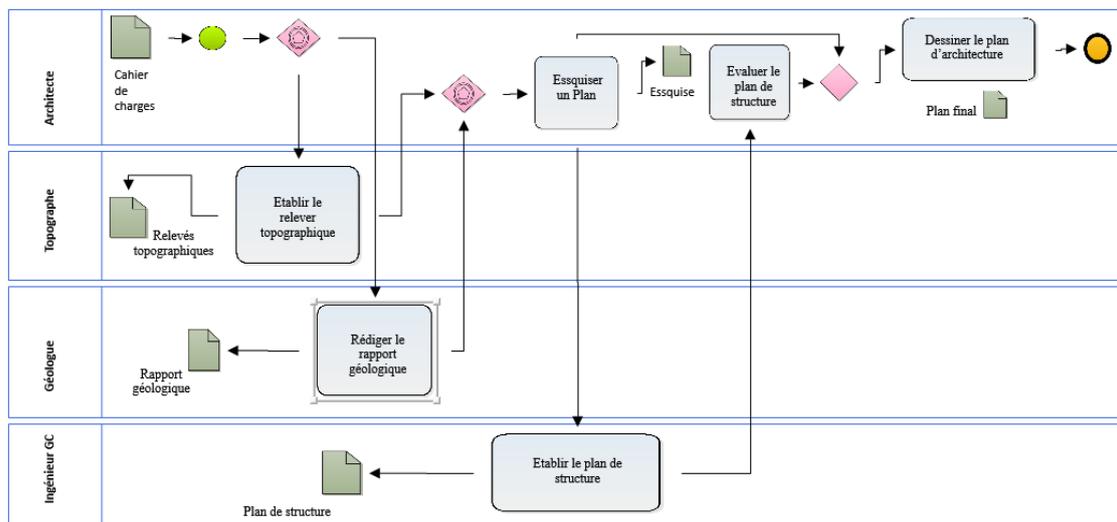


Figure 6.14 : Diagramme réalisé avec BPMN.

6.7.2. Partie UML

UML AD est un autre langage, il a donc ses propres notations et formes, ces formes sont organisées de la même façon qu'avant voir **Figure 6.15**.

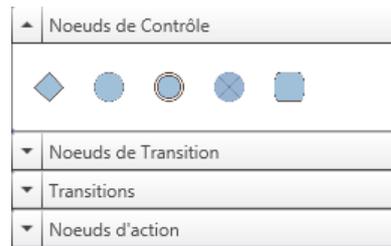


Figure 6.15 : Expanders (UML AD)

Comme la méthode précédente Pour dessiner le diagramme il suffit de glisser et déposer (Drag & Drop) ces formes sur la page à droite, l'exemple de modélisation du processus est présenté sur la **Figure 6.16**.

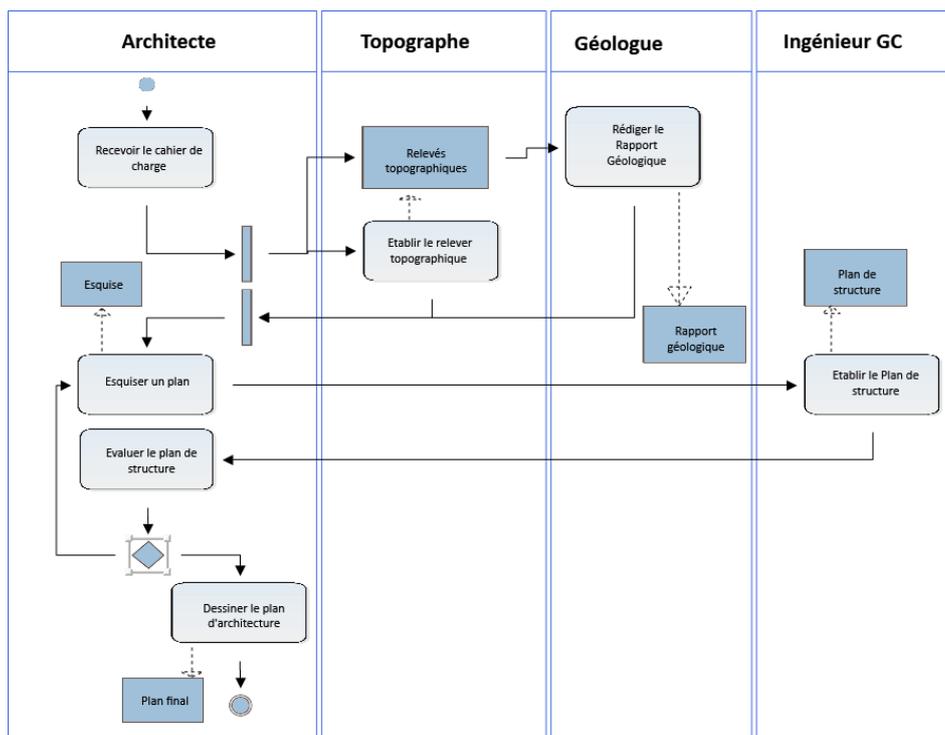


Figure 6.16 : Diagramme réalisé avec UML AD.

6.8. Conclusion

Ce chapitre clôture ce mémoire qui résume notre principale contribution et qui consiste à implémenté notre propre application et l'explication des différents services qu'offre celle-ci. Les exemples choisi ont prouvé que cette application a bien répondu aux besoins relatif du travail en groupe et peut-être étudier dans des domaines semblables et encore plus important, son potentiel de probabilité et d'amélioration fort utile pour une utilisation future et une adaptation au différents besoins des sociétés.

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

Les domaines du BPM et des Workflows sont émergent de nos jours et évolue rapidement, et les outils de modélisation sont nombreux et différant, les fondements théoriques proposés dans le cadre de ce mémoire ont permis de traiter plusieurs objectifs et d'ouvrir différentes perspectives, que nous résumons ci-dessous.

L'objectif essentielle de ce travail a été d'appliqué le TCAO dans le concurrent engineering avec la participation de plusieurs acteurs chacun dans son coté et dans son domaine amenant un même but. Le second et de développer un outil qui comporte deux méthodes UML AD et BPMN pour la modélisation de diagrammes.

Nous pouvons proposer des perspectives à ce travail de recherche.

- L'intégration des contraintes organisationnelles et informationnelles pour coordonner des activités entre organisations.
- La bonne compréhension des modes de travail coopératifs et les moyens de supporter leur coordination en particulier dans des contextes critiques
- Définir un support pour permettre un contrôle distribué de l'exécution des processus garantissant ainsi, à la fois la sureté de fonctionnement du système et la sécurité au niveau de l'accès aux données et aux activités.

BIBLIOGRAPHIES

- **[Ban, 89]** Bannon, L.J. & Schmidt, K. «CSCW Four characters in search of a context». 1989.
- **[Ban, 92a]** Bannon, L.J. «Perspectives on CSCW from HCI and CMC to CSCW ». 1992.
- **[Ban, 92b]** Bannon, L.J. « Discovering CSCW ». Ispra, Italy, <http://www.ul.ie/~idc/library/papersreports/LiamBannon/II/Ispra.htm> 1992.
- **[Boc, 98]** Bocquet J.C. « Ingénierie Simultanée, conception intégrée Conception de produits mécaniques (méthodes, modèles et outils) ».1998.
- **[Bou, 07]** Boughzala Imed « Ingénierie de la collaboration théories, technologies et pratiques ». 2007.
- **[Bou, 94]** Bourdichon P. « L'Ingénierie Simultanée et la gestion d'informations Collection Systèmes d'Informations, Edition Hermès ». 1994.
- **[Bra, 08]** H. Brandenburg, J.P. Wojtyna. « L'approche processus ».2008.
- **[Bri, 03]** Briggs R.O, Vreede G.J. Thinklets. « Building Blocks for Concerted Collaboration Group Systems». 2003.
- **[Bri, 08]** Briol P. Briol. « Ingénierie des processus métiers, De l'élaboration à l'exploitation ». 2008.
- **[Cha, 02]** A. Chardonnet, D. Thibaudon. « Le guide du PDCA de Deming : progrès continu et management ». 2002.
- **[Cha, 93]** Chanchevrier M. « L'Ingénierie Simultanée : Un nouveau mode de management des projets ». 1993.
- **[Cla, 91]** Clark K.B, Fujimoto T. « Product development performance: Strategy, Organization and Management in the World Auto Industry ». 1991.
- **[Cla, 94]** CLAUSMG. D. 1994. « Total Quality Development: A Step-by-step Guide to World-class Concurrent Engineering». 1994.
- **[Col, 92]** Coleman D, Shapiro R. « Defining Groupware Special Advertising Section to Network World». 1992.
- **[Cru, 03]** Crusson T. Crusson. «Business Process Management de la modélisation à l'exécution-Positionnement par rapport aux Architectures Orientées Services ». 2003.
- **[Dav, 91]** DAVIS. T.A, TRAPP, G. « Advancing Concurrent Engineering Using STEP Proceedings ».1991.

- **[Deb, 04]** Debauche B. Debauche, P. Mégard. « BPM: Business Process Management : pilotage métier de l'entreprise ». 2004.
- **[Dec, 98]** Decreuse Ch, Feschotte D. « Ingénierie Simultanée Techniques de l'ingénieur ». 1998.
- **[Dia, 07]** Diamond, L.E. & Diamond, H. « Team Building that gets results: Essential plans and activities for creating effective teams». 2007.
- **[Eas, 97]** Eason, K. «Understanding the organizational ramifications of implementing information technology systems». 1997.
- **[Fav, 98]** Favier M. «Le travail en groupe à l'âge des réseaux». 1998.
- **[Fle, 98]** Fleming Q.W, Koppelman J.M. « Project Teams: The Role of the Project Office ».1998.
- **[Fou, 00]** Fouss, J.D, Chang, K.H. « Classifying groupware. Proceedings of the 38th annual on South east regional conference, Clemson, South Carolina».2000.
- **[Gil, 08]** Gillot J. Gillot. «The Complete Guide to Business Process Management: Business Process Transformation or a Way of Aligning the Strategic Objectives of the Company and the Information System through the Processes». 2008.
- **[Gru, 93]** Grudin J. « Two Communities, Two Languages ». 1993.
- **[Gru, 97]** Grudin, J. & Markus, M.L. «Organizational issues in development». 1997.
- **[Jag, 93]** Jagou P. « Concurrent Engineering, la maîtrise des coûts, des délais et de la qualité ». 1993.
- **[Jbo, 06]** JBO. « Modélisation des processus métiers : Etat de l'art et conseils pratiques».2006.
- **[Kal, 06]** Kalnins, Audris; Vitolins, Valdis. «Use of UML and Model Transformations for Workflow Process Definitions».2006.
- **[Lev, 94]** Levan Serge K. «Le Groupware». 1994.
- **[Lew, 98]** Lewis-McClear, K. & Taylor, M.S. «Psychological contract breach and the employment exchange: perceptions from employees and employers». 1998.
- **[Mag, 97]** Maggi B. «Coopération et coordination dans et pour l'ergonomie». 1997.
- **[Mcr, 92]** S. McReady. «There is more than one kind of Workflow software». 1992.
- **[Mun, 03]** Munkvold, B.E. «Implementing Collaboration Technologies in Industry».2003.
- **[Ols, 97]** Olson, G.M. & Olson, J.S. «Research on Computer Supported Cooperative Work».1997.

- **[Ols, 99]** Olson, J.S, Olson, G.M. «Computer Supported Cooperative Work». 1999.
- **[Omg, 06a]** Object Management Group. «Business Process Modeling Notation Specification: OMG Final Adopted Specification ». 2006.
- **[Omg, 06b]** Object Management Group. «Unified Modeling Language: Superstructure version 2.0 formal».2006.
- **[Omg, 10]** Object Management Group. «Business Process Model and Notation (BPMN) 2.0». 2010.
- **[Pal, 91]** Palmer, Bruce. « Measuring the Concurrent Engineering Process». 1991.
- **[Pal, 94]** Palmer, J.D. & Fields N.A. «Computer-Supported Cooperative Work». 1994.
- **[Pot, 09]** Potin Y. « Travail Collaboratif : Quand la distance permet le rapprochement». <http://www.creg.ac-versailles.fr/IMG/pdf/TCAO.pdf>. 2009.
- **[Pru, 99]** Prudhomme G. « Le processus de conception de systèmes mécaniques et son enseignement La transposition didactique comme outil d'une analyse épistémologique ». 1999.
- **[Ram, 06]** Rama, J, Bishop, J. «A survey and comparison of CSC Groupware applications». 2006.
- **[Ros, 95]** Rosenthal S.C, Zaraté P.«Cooperation typology for decision support». 1995.
- **[Rus, 05a]** Russell, Nick, ter Hofstede, Arthur H.M, Edmond, David. «Workflow Data PatternsConceptual Modeling».2005.
- **[Rus, 05b]** Russell, Nick; ter Hofstede, Arthur H.M; Edmond, David.«Workflow Resource Patterns Conference on Advanced Information Systems Engineering».2005.
- **[Saa, 96]** Saadoun MéliSSa « Le projet Groupware : Des techniques de management au choix du logiciel Groupware». 1996.
- **[Sch, 92]** Schmidt K, Bannon L. «Taking CSCW Seriously». 1992.
- **[Smi, 95]** Smith, S. & Boldyreff C. «Towards an enterprise modeling method for CSCW systems». 1995.
- **[Sou, 96]** Soubie Jean-Luc, Buratto F, Chabaud C. « La conception de la coopération et la coopération Dans la conception». 1996.
- **[Ste, 93]** STEWART. D. « Concurrent Developments Puts Project on Target. Electronic ».1993.
- **[Ter, 96]** de Terssac G. et Maggi B. «Autonomie et conception».1996.
- **[Tho, 05]** M.C. Thomsett. « Getting started in six sigma. John Wiley & Sons Inc».2005.

- **[Tic, 98]** Tichkiewitch S. « Ingénierie Simultanée, Ingénierie Concourante : le point de vue du chercheur Colloque sur l'Ingénierie Simultanée ». 1998.
- **[Van, 02]** W.M.P.van der Aalst, K. van Hee. «Workflow Management: Models, Methods, and Systems». 2002.
- **[Wfm, 99]** WFMC. «Workflow management coalition terminology and glossary».1999.
- **[Whi, 04a]** White, Stephen. « Introduction to BPMN. IBM Corporation ».2004.
- **[Who, 05]** Wohed, Petia, van der Aalst, Wil M.P, Dumas, Marlon, ter Hofstede, Arthur H.M, Russel, Nick «Pattern-based Analysis of UML Activity Diagrams».2005.
- **[Who, 06a]** Wohed, Petia, van der Aalst, Wil M.P, Dumas, Marlon, ter Hofstede, Arthur H.M, Russell, Nick.«On the Suitability of BPMN for Business Process Modelling. In Dustdar, Schahram and Fiadeiro, Jose-Luis and Sheth, Amit, Eds. Proceedings 4th International Conference on Business Process Management». 2006a.
- **[Wil, 91]** Wilson, P. «Computer Supported Cooperative Work: An Introduction».1991.
- **[Win, 88]** Winner R.I, Pennell J.P, Bertrand H.G, Slusarczuck M.M.G. « The Role of Concurrent Engineering in Weapons System ».1988.
- **[Zar, 05]** Zaraté Pascale. «Des Systèmes Interactifs d'Aide à la Décision aux Systèmes Coopératifs d'Aide à la Décision».2005.

SITES WEB

- **[MSD, 12]** MSDN <http://msdn.microsoft.com/en-us/vstudio/>. 2012.
- **[Wik, 12]** Wikipedia: Activity diagram.
«http://en.wikipedia.org/wiki/Activity_diagram».20 mars 2012.
- **[V2B, 12]** Vidéo2Brain, <http://www.video2brain.com/fr/>, Grégory Renard. « NET les Fondamentaux. ».2012.