

Un modèle de processus métier pour les nouvelles formes d'organisation des activités

Improved modelling for flexible and collaborative business process

Résumé :

L'objectif de cette communication est de proposer un métamodèle de processus métiers, appelé *ActivitéRôleActeur*, pour tenter de répondre aux nouvelles exigences de conception des processus métiers, intégrant d'une part des principes d'autonomie et de collaboration et offrant d'autre part des possibilités d'adaptation et d'ajustement. Nous avons pour cela croisé deux paradigmes traitant d'autonomie et de collaboration, l'un issu de la technique — le paradigme multi-agent — et l'autre venant du management — le paradigme projet. Nous avons appliqué le métamodèle à un processus de commerce collaboratif.

Mots-clés: processus métier, métamodèle, système multi agents, collaboration, c-commerce

Abstract

Autonomy and collaboration are two characteristics of a number of business processes. Moreover, those processes have to be frequently modified and adjusted. This communication proposes a new metamodel, called *ActivityRoleActor*, for designing flexible business processes including collaborative activities. We have based our research on two paradigms, both dealing with autonomy and collaboration. One, the multi agent paradigm, is technical ; the other, the project paradigm, is from management. We have used our metamodel for modelling the core process of a collaborative commerce enterprise.

Keywords: business process, metamodel, multi agent system, collaboration, c-commerce.

Introduction

La modélisation des processus métiers et de leur organisation est aujourd'hui considérée comme un préalable nécessaire à la conception d'un système d'information organisationnel [Bu99]. Or, en un demi-siècle, d'abord sous l'influence de l'environnement concurrentiel, puis pour répondre aux opportunités apportées par la mondialisation et le commerce électronique, l'organisation des activités productives a évolué en profondeur s'appuyant d'une part sur une approche processus, et intégrant d'autre part des principes de travail collaboratif et en mode projet. Il existe cependant un décalage important entre ces nouvelles formes d'organisation du travail et les possibilités de représentation offertes par les modèles de processus métier. De plus, les modèles une fois conçus s'adaptent difficilement aux évolutions.

L'objectif de cet article est de proposer un ensemble de concepts, organisés dans un métamodèle, pour tenter de répondre aux nouvelles exigences de conception des processus métiers, intégrant des principes d'autonomie et de collaboration et offrant des possibilités d'adaptation et d'ajustement. Dans une première partie, nous mettons en regard les nouvelles formes d'organisation et les caractéristiques des modèles actuels, pour dégager des besoins et des sources d'enrichissement. Nous avons croisé deux paradigmes traitant d'autonomie et de collaboration, l'un issu de la technique — le paradigme multi-agent — et l'autre venant du management — le paradigme projet. La seconde partie expose les concepts du métamodèle ActivitéRôleActeur proposé, qui s'inscrit dans la continuité de travaux antérieurs [Mor05, Be05] et permet de construire des modèles plus riches et plus souples. La troisième partie illustre l'intérêt des concepts, en s'appuyant sur un cas de commerce électronique dans une entreprise étendue.

1 Les modèles de processus face aux nouvelles formes d'organisation

1.1 Une vision renouvelée de l'organisation des activités

Quatre orientations stratégiques majeures ont contribué à faire évoluer la vision de l'organisation du travail, particulièrement dans les vingt dernières années: l'approche processus, la coopération inter-entreprise, le travail collaboratif et le développement de l'approche projet.

- *L'approche processus* s'est progressivement imposée dans le management des entreprises. D'abord ciblée sur les activités de production industrielle pour en améliorer la productivité, notamment avec le système du juste-à-temps [Fu03], elle s'est étendue à l'ensemble de l'organisation avec la théorie de la gestion par les activités [Ma03] et le courant de la reconfiguration des processus [Ha93 ; Da93 ; On99]. Elle est devenue le point de départ de toute démarche d'urbanisation, car un découpage du système d'information cadré sur les processus de l'entreprise favorise une évolution efficiente et réactive du système informatique. Enfin, l'approche qualité, encadrée notamment par la norme ISO9000 [ISO00], a non seulement imposé une approche processus, mais a accordé de plus en plus d'importance à l'évaluation et à la maîtrise des processus. Ceci conduit à mettre en place des

dispositifs informationnels pour contrôler le déroulement de chaque exécution — i.e. savoir ce qui se passe et pouvoir intervenir — et à un second niveau pour améliorer le schéma de référence.

- L'approche processus a été amplifiée par le développement de la *coopération inter-entreprise*, initialement liée à l'ouverture des marchés. La pression concurrentielle a conduit les entreprises à adopter des stratégies de recentrage sur un «métier» principal, au profit d'une externalisation des activités moins maîtrisées ou moins porteuses de valeur ajoutée. De plus, les offres innovantes sont souvent le résultat de partenariats permettant de conjuguer des compétences. La théorie de l'entreprise en réseau, développée à partir des formes nouvelles de coopération entre organisations, a centré la gestion sur les processus [Bu91] : la répartition du travail au sein d'une entreprise dite «étendue» — «entreprise système ou système d'entreprises» [Spa03] ou «organisation réseau» [Pes02] — se traduit par l'établissement de processus globaux impliquant différentes entités organisationnelles. Par exemple, la relation client, la fabrication et la livraison, si elles sont réparties, doivent être articulées de façon rigoureuse, en intégrant la contrainte temps qui est devenue un facteur-clé de succès. Ce modèle d'affaires, centré sur l'exploitation de compétences-clés internes et s'appuyant sur des compétences complémentaires externes, est probablement celui qui connaît aujourd'hui le plus grand développement parmi les entreprises qui se créent. Il a été rendu possible par la diffusion des technologies internet, d'où l'apparition du concept de c-commerce — commerce collaboratif — définissant un réseau de partenaires coopérant sur des affaires communes, ce qui implique l'ouverture et le partage de certains processus (et systèmes d'information) [Che05].
- La recherche d'innovation et de différenciation, ainsi que des stratégies d'adaptation aux demandes ponctuelles d'une clientèle rendue plus exigeante par l'abondance de l'offre, a conduit à valoriser le potentiel des individus — capables de générer de la variété au sens cybernétique de réponses nouvelles face à des situations non totalement connues [Cyb06] — et particulièrement le *travail de groupe*. L'autonomie de l'individu n'est plus à réduire dans des modes opératoires optimisés, mais peut être un facteur de qualité des résultats. Cela a donné lieu à une offre de technologies de l'information et de la communication, qui ont stimulé la mise en place de systèmes de travail et de décision individuels et collectifs, dans lesquels l'autonomie du groupe favorise la rapidité d'adaptation à un environnement instable [Co97, Lev02]. D'où l'apparition — ou du moins la recherche — de processus plus faiblement structurés, intégrant autonomie et collaboration.
- Les besoins d'adaptation conjugués avec les exigences qualité, notamment la maîtrise des coûts et des délais, ont conduit à accorder une importance accrue au *mode projet*, c'est-à-dire au management de processus uniques, que ce soit sous la forme généralisée de management par projet ou par la multiplication des activités organisées sous forme de projet. La planification, le contrôle et le pilotage jouent un rôle majeur dans ce type d'organisation des activités. L'approche processus s'applique également aux processus uniques : la gestion d'un projet est appréhendée

comme celle d'un ensemble de processus interdépendants, chacun étant dévolu à une finalité particulière [Pm04; Is03].

En résumé, les évolutions dans l'approche de l'organisation du travail conduisent aujourd'hui à concevoir des processus plus globaux, c'est-à-dire transverses à plusieurs fonctions dans l'entreprise, voire inter-organisationnels, mais aussi plus flexibles, aussi bien au niveau de l'instance (adaptation ponctuelle de chaque exécution à des circonstances particulières) qu'au niveau du type (adaptation du modèle à des conditions changeantes). L'initiative et la collaboration des individus et des groupes jouent un rôle accru, pour la régulation comme pour l'exécution. La notion de service, fourni par un ou plusieurs acteurs, traduit de nouvelles relations, basées sur la reconnaissance de compétences autonomes, pour lesquelles le contrôle s'exerce sur le mode de la contractualisation, dans une perspective de management de projet.

Face à ces évolutions, les modèles permettant de représenter les processus métiers sont restés en retrait sans nouveaux concepts ou proches des solutions techniques, comme par exemple [Che05] qui intègre les services web, éléments majeurs de l'implémentation du e-commerce, comme des acteurs métiers. Il nous semble important d'une part de traduire dans les modèles de processus les options organisationnelles retenues (collaboration, autonomie, projet...) et d'autre part d'offrir des possibilités d'adaptation à d'éventuelles évolutions organisationnelles. Avant d'exposer nos propositions, nous allons rappeler les principaux concepts utilisés classiquement.

1.2 Les caractéristiques des modèles de processus

Les définitions d'un processus retenues dans la littérature sur la gestion des processus métiers focalisent le plus souvent sur trois éléments : le résultat à atteindre, le découpage en travaux à exécuter et la structure logique d'ordonnement de ces travaux [Agu03], suivant en cela la définition normalisée par ISO9000:2000 [Is00] qui le présente comme «un ensemble d'activités corrélées ou interactives qui transforme des éléments d'entrée en éléments de sortie».

La plupart des modèles sont issus du domaine des systèmes d'information. L'approche dominante, ainsi que le souligne [Lin03], repose sur un objectif d'optimisation de l'organisation, que ce soit dans un environnement industriel ou administratif, et ne prend pas en compte la complexité et la nature non linéaire d'un certain nombre d'activités dans les Organisations. Ainsi, le modèle IDEF0 (Integration Definition for Function Modeling), qui a fait l'objet d'une norme IEEE [IE98], fut à l'origine conçu pour représenter des processus de production ; les réseaux de Pétri visaient la représentation d'automates ; les modèles UML (Unified Modeling Language) [Boo00] étaient destinés à la représentation de processus logiciels ou d'utilisation d'un logiciel par un utilisateur externe, les modèles de workflow permettaient de concevoir et piloter l'automatisation de l'enchaînement de tâches à effectuer par des acteurs/machines différents.

Dans un travail antérieur [Mor05], nous avons résumé les principaux concepts des modèles actuellement utilisés pour représenter un processus métier [Agu03] dans un métamodèle représenté sous la forme d'un diagramme de classes UML, dont un extrait

est donné en figure 1. Un processus est ainsi décomposé d'abord en sous-processus (processus global), puis au dernier niveau en activités (processus détaillé). On distingue souvent plusieurs natures de processus selon la place qu'ils occupent dans le système d'information organisationnel : système opérant (principal ou secondaire) ou système de contrôle (pilotage) [Le86]. Les activités, attribuées à des acteurs via le concept de rôle, se composent de tâches. Elles sont ordonnancées par un jeu de transitions, conditionnelles ou non, ou peuvent être déclenchées sur un mode événementiel. Ces caractéristiques synthétisent les concepts des modèles actuels. Trois limitations majeures peuvent être soulignées.

D'abord, la notion de processus de pilotage est souvent mentionnée dans les typologies de processus, mais n'est pas traduite par des concepts particuliers. De plus, les activités de planification, surveillance et maîtrise des processus ne sont pas distinguées des activités de production, qui seules sont détaillées.

Ensuite, compte tenu du niveau de description, la seule façon d'introduire une certaine adaptation, c'est-à-dire d'autoriser une flexibilité dans les instances d'exécution est d'utiliser les conditions (sur une tâche, une transition ou un événement) et /ou le déclenchement événementiel d'une activité, ce qui implique d'avoir prévu tous les cas de figure. Le présupposé est souvent que la représentation élaborée a une valeur normative, et que tout écart est placé sous la responsabilité de l'encadrement hiérarchique, non visible dans la description du processus.

Enfin, l'activité est principalement décrite par les tâches qui la composent, et non par le résultat à atteindre. Ceci limite la représentation de processus inter-organisationnels, dans lesquels la visibilité du rôle d'un partenaire peut être exprimée en termes d'engagement à fournir des résultats conformes à des exigences exprimées, sans que l'on veuille spécifier la façon dont on l'obtient. Dans le même esprit, un processus peut contenir certaines parties qui mettent en jeu des acteurs différents et qu'il est difficile de décrire par un enchaînement stable et linéaire d'activités, car elles relèvent d'un travail de groupe, dont le déroulement précis varie d'une instance d'exécution à l'autre.

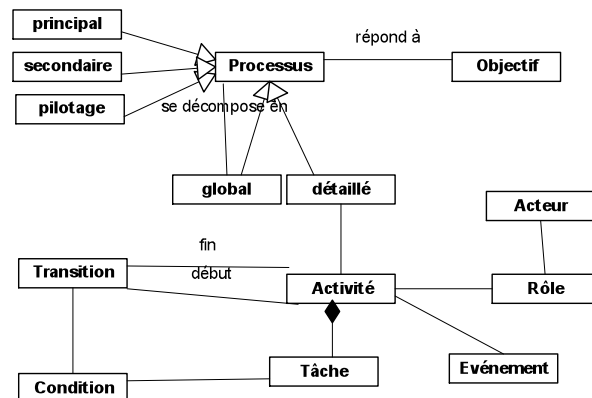


Figure 1 : Extrait de métamodèle des modèles de processus actuels

1.3 La prise en compte de la vision renouvelée de l'organisation du travail

Nous allons expliciter comment un modèle de processus pourrait tenter de répondre aux caractéristiques actuelles de l'organisation des activités. Il devrait permettre de construire des processus suffisamment flexibles pour s'adapter aux exigences d'évolutions organisationnelles, et offrir des moyen de représenter les nouvelles formes de travail (collaboration, autonomie, projet...). Dans cette optique, nous proposons quatre orientations.

1. Compte tenu de l'élargissement (interne et externe) de la couverture des processus métiers, ceux-ci peuvent inclure *différents degrés de structuration*. Sans opposer processus structurés et processus faiblement structurés, nous considérons que certaines parties se prêtent à une description détaillée des activités, indiquant précisément à chaque acteur les tâches qui lui incombent, alors que d'autres parties ne peuvent être décrites par une structure fixe d'enchaînement de tâches, même soumise à des règles conditionnelles.
2. Certaines activités peuvent être décrites de façon externe, c'est-à-dire comme si elles étaient *sous-traitées à un prestataire*. La description est proche d'une description de type projet en termes de résultat, délai et ressources. Si les valeurs concrètes de ces exigences sont décidées à chaque exécution du processus, cela implique un rôle de pilotage global du processus. Face à l'activité, le pilote doit solliciter un (ou le) prestataire, définir précisément l'objectif et les exigences, et contrôler la délivrance d'un produit satisfaisant. On peut donc assortir une telle activité de deux points de pilotage minimum : contractualisation et réception du résultat des travaux.
3. Certaines activités s'effectuent sous forme de *collaboration* entre plusieurs acteurs. Une telle activité comporte un haut degré de variabilité. Cependant, pour qu'elle puisse s'inscrire dans un processus, a priori répétitif, soumis à une exigence de maîtrise (exigence qualité), il faut qu'un pilote puisse avoir un minimum de visibilité et de possibilité d'action sur son déroulement. Pour préserver la liberté d'organisation du groupe, il nous semble utile d'utiliser le concept de *rôle*, considéré comme central dans les processus peu structurés [Vid02]. Les rôles permettent de mettre en évidence les responsabilités en jeu dans le déroulement de l'activité. Ces rôles peuvent renvoyer à une *autorité* sur les décisions touchant à certains aspects de la production du résultat : l'autorité est en général liée à la détention de compétences précises. Ils peuvent aussi porter sur le management lui-même de l'activité, c'est-à-dire sa planification, son suivi et son contrôle. Parmi ceux-ci, le rôle de coordinateur est essentiel. En effet, lorsque les activités sont décrites de façon détaillée et réparties de façon stable entre les acteurs, la coordination est assurée (de façon théorique) par la conformité du comportement des acteurs au modèle de processus. Lorsque les activités sont sous-traitées, la coordination des travaux nécessaires est assurée par le prestataire. En revanche, lorsque les travaux ne sont ni décrits ni répartis de façon fixe et qu'ils s'inscrivent dans un processus organisé soumis à une exigence de maîtrise (par exemple vis-à-vis d'un

client), il est nécessaire qu'à chaque exécution un acteur *coordinateur* prenne en charge de façon dynamique l'intégration et l'ajustement des diverses contributions. Par ailleurs, si le pilote du processus souhaite avoir une certaine maîtrise de l'activité, il doit disposer d'informations sur son déroulement : un rôle de *rapporteur* (ou d'interface), chargé de la communication externe, peut alors être pertinent. Ces rôles peuvent être définis, soit de façon statique au niveau du processus, soit de façon dynamique à chaque exécution par le pilote du processus et, à un second niveau, par le coordinateur une fois nommé.

4. La description détaillée des travaux d'exécution n'est pas le seul moyen de la maîtrise d'un processus. Celle-ci est compatible avec la délégation de responsabilités, si elle est assortie d'exigences sur le résultat et éventuellement sur le déroulement d'activités déléguées. Le processus peut donc intégrer les *décisions* d'un pilote, notamment par la caractérisation des activités en termes de produit attendu, de rôles à tenir et éventuellement d'acteurs impliqués dans une prestation ou une collaboration. Cette approche augmente le degré de flexibilité du processus, car les activités ne sont pas toutes définies de façon rigide et à chaque instance le pilote peut s'adapter au contexte spécifique.

En nous basant sur ces orientations, nous avons cherché à faire évoluer le métamodèle de processus. Pour cela, nous avons puisé à deux paradigmes complémentaires.

1.4 L'apport du paradigme projet et l'apport du paradigme agent

Dans un travail antérieur [Be05, Mo05], nous avons fait le détour par le *paradigme des systèmes multi agents* en nous inspirant de la façon dont avait été traitée la question de l'interopérabilité entre des agents logiciels dotés de leurs propres ressources et règles de fonctionnement. Cela nous a conduit à modifier le métamodèle de la figure 1 et à introduire une spécialisation du concept d'Activité en activité de type Procédure, décrite par des Tâches, par opposition à une activité décrite par un But. Cela a conduit à différencier l'Acteur, selon son degré d'autonomie, entre Exécutant et Agent. Selon qu'une activité définie par un But était de la responsabilité d'un seul Agent ou de plusieurs, nous avons distingué une activité de type Service et une activité de type Interaction. Nous avons qualifié ce nouveau métamodèle d'ActivitéActeurAgent. Le point central qui est la spécialisation du concept d'activité est donné à la figure 2.

Nous proposons aujourd'hui une nouvelle évolution, d'une part en nous appuyant sur le *paradigme projet*, et plus particulièrement les concepts liés à la coordination et au pilotage [Mor04], d'autre part en approfondissant, du point de vue du paradigme agent, le cadre dans lequel doit se dérouler une activité collaborative.

Ces deux paradigmes offrent des principes à l'aide desquels on peut faire évoluer les modèles de processus pour répondre à la vision renouvelée de l'organisation du travail décrite précédemment (coopération, groupe, autonomie, projet).

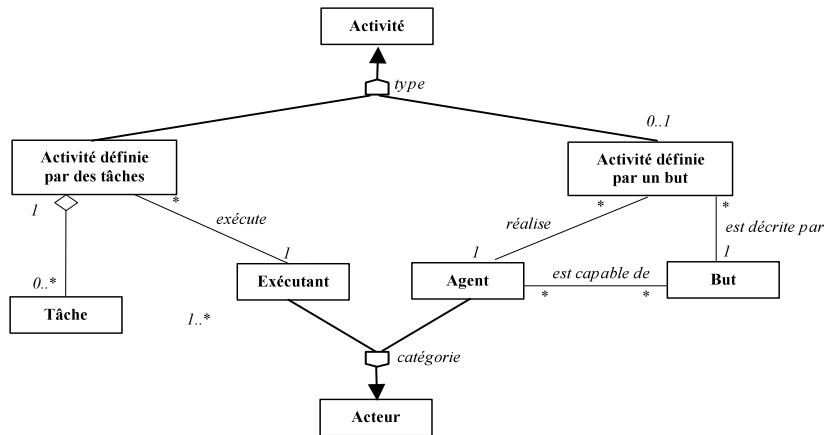


Figure 2 : Le métamodèle ActivitéActeurAgent

Le concept du paradigme *projet* vise la prise en charge de processus uniques (= non répétitifs), sur lesquels pèse en général une forte incertitude. On ne peut pas définir une fois pour toutes quelles activités vont être effectuées, ni selon quelles modalités. Pour gérer cette catégorie de processus, on s'appuie sur un dispositif de pilotage, comprenant une fonction de pilote (en général assurée par un être humain), chargé de planifier et de garder le déroulement sous contrôle, des informations de pilotage qui renseignent le pilote sur la façon dont le processus se déroule et des possibilités d'intervention du pilote dans le déroulement.

De plus, comme le travail est réparti entre plusieurs acteurs, la coordination est un problème central et peut être assurée à l'aide d'un ou plusieurs dispositifs, organisationnels [Min84] ou informationnels, parmi lesquels les plus connus sont :

- le partage d'informations dans des espaces communs ;
- les échanges d'informations, les rencontres régulières, les négociations entre acteurs (ajustement mutuel) ;
- la définition d'un rôle de liaison ou d'intégrateur (supervision directe) ;
- la mise en place d'un comité de pilotage ;
- la description d'une procédure de référence indiquant à chacun sa place et sa contribution ;
- l'énonciation de règles précises régissant le comportement de chacun ;
- la définition précise des résultats à atteindre ;
- le développement de compétences communes permettant la consolidation des travaux entre acteurs.

Pour obtenir une coordination efficace et efficiente, les dispositifs sélectionnés doivent être adaptés au contexte, notamment au nombre d'acteurs impliqués et au type d'interdépendance (contributions indépendantes, dépendance séquentielle entre contributeurs, dépendances réciproques des contributeurs entre eux) [Dan04].

Ces concepts de coordination sont en partie implémentés dans les collecticiels, tels les systèmes d'aide à la décision de groupe (cf. par ex. l'applications manager dans

[Men96]), les systèmes de workflow inter-organisationnels (cf. par ex. le workflow planner dans [Wan06] ou le concept de contrat dans [Wei02]), les systèmes de travail coopératif (cf. par ex. le concept de Synchronization Point de [Per04]), ainsi que dans les conventions sociales proposées par le paradigme agent. Nous allons, à notre tour, chercher à intégrer une perspective de coordination dans les modèles de processus métier.

Par ailleurs, d'après le paradigme des *systèmes multi agents*, le degré d'«autonomie» des agents impliqués dans une interaction est défini par ce que l'on appelle une «convention sociale». Le modèle GRATE* proposé par N.Jennings [Je94] et implémenté dans un cadre technique (gestion d'un système électrique) permet d'illustrer cette notion.

Jennings donne un premier exemple de convention sociale simple, qu'il appelle un «protocole d'interaction». Il se compose d'un ensemble de règles qui régissent la communication d'informations entre agents et le suivi de l'avancement d'un plan d'action commun. Il décrit, entre autres : 1°) quel type d'information chaque agent peut échanger avec quels agents, et dans quelles conditions, par exemple à son initiative ou à celle d'un tiers ; 2°) quel type de tâches il peut déléguer, à qui, et dans quelles conditions ; 3°) quel type de compte rendu d'avancement il doit faire, à qui, à quel moment.

Dans un deuxième exemple, Jennings propose une «convention sociale de coopération», plus souple mais plus complexe. Elle définit la manière dont les engagements des divers agents envers des plans et méthodes communs (et leurs conséquences individuelles) peuvent être pris, réévalués ou remis en cause. Une telle convention décrira, par exemple : 1°) quels rôles (normalement liés à ses compétences, mais aussi le cas échéant à des pré affectations préférentielles dans le système) chaque agent peut tenir dans divers scénarios, et les relations entre les divers rôles ; 2°) les méthodes pour parvenir à un accord entre agents sur leurs buts, plans et méthodes, les types de conversations nécessaires à cette fin ; 3°) dans quelles conditions un agent peut s'engager à traiter quels types de problèmes ; 4°) dans quelles conditions il peut réévaluer et/ou abandonner ses engagements, quelles actions corrélatives à cet abandon il doit avoir pour garantir la cohérence du système (actions d'information d'autres agents, par exemple) ; 5°) plus généralement, quelles initiatives il peut prendre, et dans quelles conditions.

Cette approche de l'organisation de la collaboration entre des agents logiciels ayant une certaine indépendance évoque le modèle de l'organisation rationnelle-légale (bureaucratique) décrit par Max Weber, dans lequel les moyens sont choisis en fonction de leur capacité à atteindre des buts spécifiques et où l'expression de règles définissant le rôle de chacun préserve la liberté des agents, tout en éliminant l'incertitude. Le paradigme projet pose au contraire l'existence inéluctable d'aléas, devant être reconnus de façon dynamique et traités par un dispositif de pilotage, l'incertitude ne pouvant jamais être totalement éliminée a priori.

Notre objectif est d'introduire une double possibilité dans la définition d'un processus métier : d'une part, l'expression de règles de coordination, non liées à une définition des tâches à accomplir, mais donnant un cadre à l'action collective finalisée ; d'autre part, l'introduction d'un dispositif de pilotage prenant en charge la variabilité des instances d'exécution du processus.

2 Proposition d'un métamodèle pour les nouvelles formes de processus

2.1 Le métamodèle ActivitéRôleActeur

En nous basant sur les orientations dégagées au paragraphe 1.3 qui sont susceptibles de répondre aux besoins de représentation et en puisant concrètement notre inspiration à la fois dans le paradigme projet et le paradigme multi agent, nous avons fait évoluer le métamodèle ActivitéActeurAgent pour proposer un nouveau métamodèle appelé ActivitéRôleActeur (Fig.3).

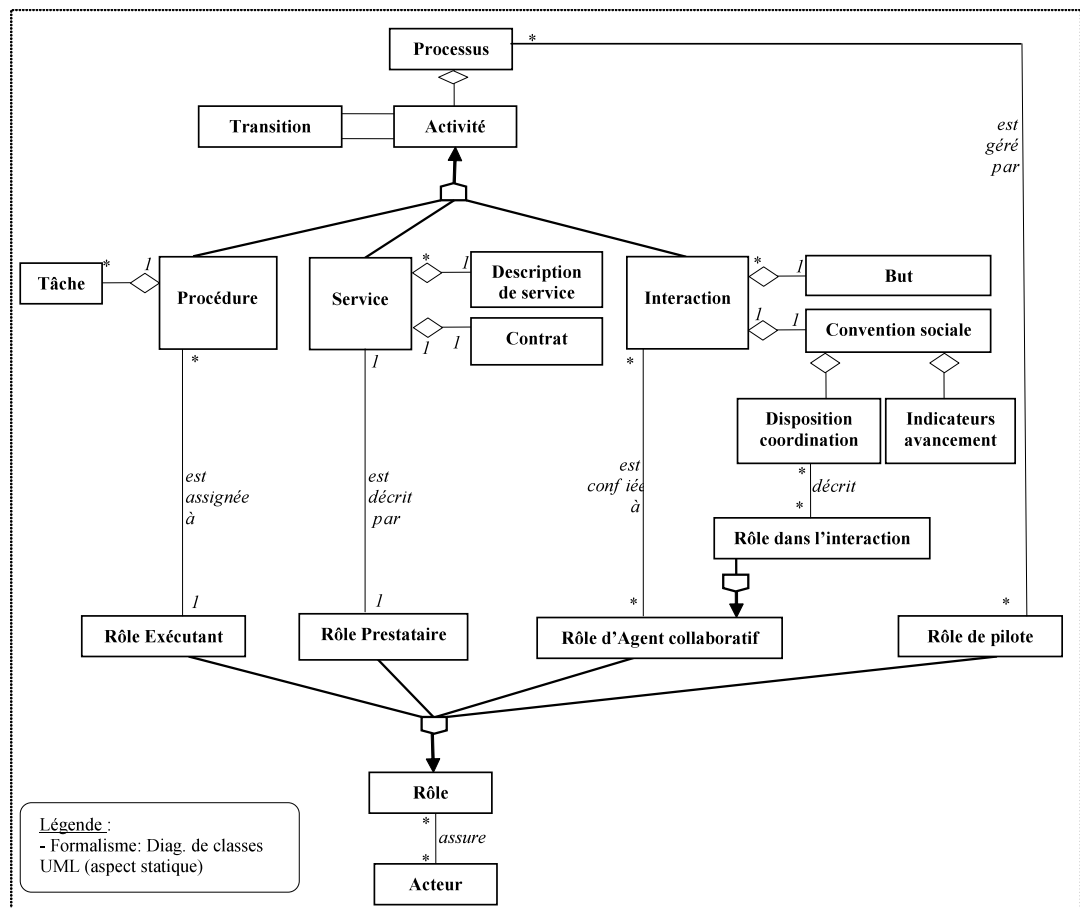


Figure 3 : Le métamodèle ActivitéRôleActeur

Nous avons conservé une décomposition du processus en activités — avec d'éventuelles transitions — réparties en trois catégories exclusives — les procédures, les services et les interactions — dont nous avons précisé les caractéristiques dans une optique de maîtrise du processus. On peut trouver dans un même processus les trois types d'activités,

comme l'on peut construire un processus ne comportant que des activités d'un seul type. Nous n'avons pas cherché à décrire les activités collaboratives (interactions) par leur structure d'échanges internes qui est le plus souvent émergente [Mel00], c'est-à-dire variable avec chaque instance d'exécution, mais par un cadre externe dans lequel ces échanges peuvent s'inscrire. Par rapport à la typologie des processus de workflow interorganisationnel proposée par [Aal99], nous nous sommes centrés sur deux formes majeures d'agencement d'un processus : l'exécution chaînée, dans laquelle le processus est découpée en éléments (sous-processus) ordonnés pouvant être pris en charge par des partenaires différents ; et la contractualisation selon laquelle un partenaire sous-traite des éléments à d'autres.

Un point majeur concerne l'utilisation du concept de rôle qui intervient à trois niveaux : au niveau d'un processus lorsque celui-ci est placé sous pilotage, au niveau d'une activité (c'est le lien entre une activité et un acteur), et à l'intérieur d'une activité collaborative pour désigner des responsabilités dans le jeu entre acteurs collaborant. L'acteur est distingué du ou des rôles qu'il peut jouer dans un processus.

Une **Activité** est un ensemble de travaux correspondant à une unité d'évolution du système, conduisant à un résultat identifiable, et pouvant placés sous une même responsabilité.

Un **Acteur** est un élément (personne physique, collectif d'individus physiques, entité organisationnelle ou programme informatique) qui intervient dans l'exécution des activités d'un processus, selon les rôles qui lui sont confiés. L'acteur peut être interne ou externe à l'entreprise.

Un **Rôle** correspond à la responsabilité de mener à bien tout ou partie des travaux d'une activité. Ce concept offre une double souplesse dans la définition d'un processus. D'une part, en découplant l'identification des activités de leur affectation à des acteurs, il permet de construire des processus génériques pouvant être mis en œuvre dans différents contextes organisationnels. D'autre part, il permet de d'indiquer le type d'engagement attendu de l'acteur dans le déroulement du processus. Certaines activités peuvent être placées sous une responsabilité collective, c'est-à-dire impliquer plusieurs acteurs.

Nous allons préciser les caractéristiques des différents types d'activités et de rôles.

2.2 Les différents types d'activité

Nous proposons de distinguer trois types d'activité, afin de pouvoir :

- construire un processus faisant intervenir des acteurs sur des modes variés ;
- bâtir des activités pouvant être instanciées de diverses façons ;
- indiquer les caractéristiques minimum à préciser lors de la conception.

Par ailleurs, nous avons introduit des principes de pilotage de processus qui sont représentés de façon schématique à la figure 4.

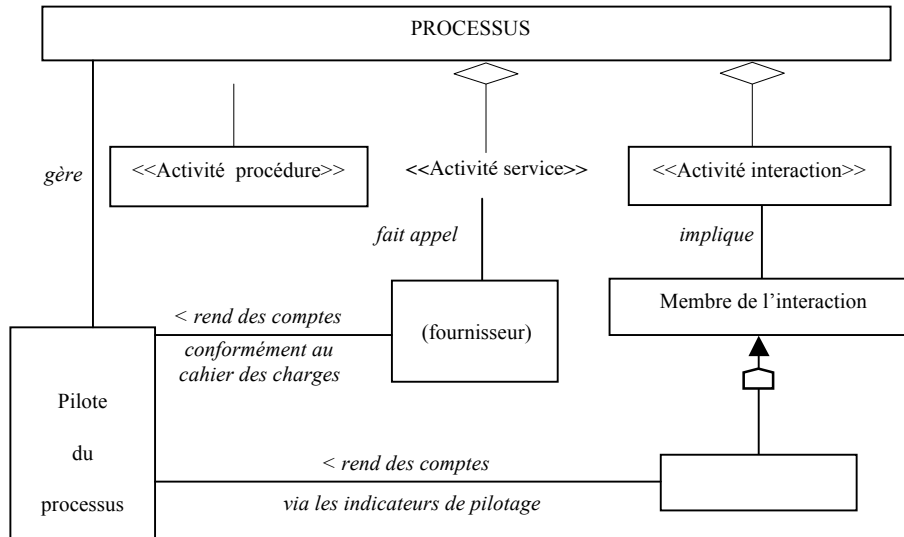


Figure 4 : Schéma général de pilotage d'un processus

Précisons les caractéristiques des trois types d'activités.

Une Activité de type **Procédure** est une activité définie par les tâches qui la composent. C'est, en général, une activité conçue de façon ad hoc, pour un processus précis, donc faiblement réutilisable. L'enchaînement des tâches (ou les divers enchaînements possibles au cas où il existe plusieurs variantes) peut être décrit par un diagramme UML (séquence ou activité) ou un graphe d'ordonnancement.

Une Activité de type **Service** est appréhendée non par son contenu, mais par un résultat visé. Celui-ci est défini par ce que l'on a appelé une **Description de Service**, qui peut aussi mentionner des contraintes fixes de sa réalisation. Un Service peut être également soumis à des contraintes variables d'une instance à une autre (délais de fourniture, prix, entrées mises à disposition, etc.), que nous proposons de faire figurer dans un **Contrat**, rejoignant les propositions d'autres auteurs [Wei02; Hof00]. Les deux éléments, Description de service et Contrat, donnent une base pour piloter l'activité.

Une Activité de type **Interaction** est définie par un **But**, et elle implique une collaboration entre plusieurs acteurs, via des échanges en nombre variable dans un ordre non totalement déterminé. C'est souvent une activité que l'on peut qualifier de complexe, car elle n'obéit pas à un mode de résolution unique et les acteurs chargés de la mener à bien doivent prendre en compte le contexte d'action pour construire dynamiquement une manière pertinente de procéder. En termes cybernétiques, sa variété est en général trop élevée pour qu'on lui associe une structure de traitement fixe, avec toutes les variantes nécessaires.

Comme elle n'est pas spécifiée de façon procédurale par les tâches à effectuer, une Interaction ne peut être sous contrôle que si elle s'inscrit dans un cadre organisé, c'est-à-

dire que les interventions des divers acteurs concernés peuvent être régulées. L'Interaction peut ainsi être encadrée par des règles, que nous avons regroupées sous le terme de **Convention sociale**, par analogie avec le concept implémenté dans les systèmes multi agents. Elle peut également être mise sous le contrôle d'un pilote du processus, chargé de définir le contenu de la Convention sociale et/ou de piloter l'exécution via des **Indicateurs d'avancement** (par exemple, un échéancier des livrables).

De façon plus précise, une **Convention-sociale** est un ensemble de dispositions qui régissent les échanges entre les agents auxquels est confiée une activité de type Interaction, en vue d'atteindre le but qu'elle vise. C'est l'ensemble des règles qui engagent conjointement les agents concernés les uns envers les autres dans le cadre de cette Interaction. Elle comporte notamment la description précise des dispositifs de coordination (tels ceux mentionnés en 1.4) à faire vivre durant l'exécution de l'activité. En particulier, les rôles de coordinateur et de chargé de communication avec le pilote sont en général requis. Par ailleurs, la Convention sociale peut être accompagnée de la définition des informations à transmettre à une périodicité précise pour que le pilote du processus puisse être informé de l'avancement et d'éventuels blocages dans l'interaction.

Si l'on regarde ces trois types d'activités sous un angle logiciel, la première correspond à une procédure précisément spécifiée. Ainsi, un système de workflow peut être conçu comme un ordonnancement d'activités de type Procédure. La deuxième correspond à l'appel d'une fonction, par exemple fonction applicative ou service Web. La troisième correspond à l'appel d'une fonction faisant intervenir plusieurs composants logiciels interagissant, par exemple un système multi agents.

2.3 Les différents types de rôle

Le rôle a été défini comme une responsabilité pouvant être confiée à un acteur. Nous avons utilisé le concept de rôle à trois niveaux : Processus, Activité et Interaction. Nous allons préciser leur apport dans le métamodèle.

Le rôle au niveau Processus

Le **rôle de Pilote** correspond à la responsabilité de surveillance et maîtrise du processus. Cela implique pour l'acteur qui assume ce rôle d'être informé sur le déroulement de chaque instance et de pouvoir intervenir si les objectifs (délai, qualité, coût) sont menacés. Pour ce qui est des activités-procédures, la surveillance consiste principalement à vérifier l'exécution des tâches, ce qui peut éventuellement être automatisé. Face à une activité-service, la responsabilité du pilote consiste à assurer la relation avec l'acteur fournisseur du service, en précisant éventuellement les paramètres du contrat et en vérifiant l'exécution de la prestation. Dans le cas d'une activité-interaction, le pilote a plusieurs responsabilités. Il peut intervenir dans la définition de la convention sociale (définissant les règles de l'interaction), il doit suivre les indicateurs d'avancement des travaux et éventuellement intervenir en cas d'aléa, et également s'assurer du bon achèvement des travaux.

Le rôle au niveau Activité

Trois types de rôle sont utilisés pour préciser les responsabilités d'exécution d'une activité, correspondant aux trois types d'activité.

Le **Rôle d'exécutant** est défini comme la responsabilité d'accomplir un ensemble de tâches de manière conforme à leur description dans l'activité-procédure. Ce type de rôle est généralement confié à un acteur interne à l'entreprise de référence ou placé sous son contrôle (contrat de régie, par exemple). Il peut, s'il est entièrement spécifié, être confié à un acteur informatique.

Le **Rôle de prestataire** est défini comme la responsabilité de fournir un résultat défini par une description de service, en respectant les contraintes inscrites dans un contrat. L'acteur à qui est confié un rôle de prestataire dispose d'une totale autonomie quant à la manière de s'acquitter de sa mission. Ce type de rôle peut être confié aussi bien à un acteur interne qu'à un acteur externe. Le niveau de formalisation du contrat et de la description de service sera en général plus élevé dans le second cas.

Le **Rôle d'agent collaboratif** est défini comme la responsabilité de participer à un groupe pour atteindre un but. Une activité-interaction est donc répartie entre plusieurs rôles d'agent collaboratif, chacun des rôles étant ensuite confié à un acteur. Cependant, il est souvent nécessaire d'avoir un deuxième niveau de définition des responsabilités, c'est-à-dire de ne pas laisser au groupe la responsabilité de s'auto-organiser. Dans ce cas, on définira des rôles au niveau de l'interaction. Un rôle d'agent collaboratif peut être assuré par un acteur humain (individuel ou collectif) ou artificiel (agent intelligent, p.ex.), interne ou externe à l'entreprise considérée.

Le rôle au niveau Interaction

Le **Rôle dans l'interaction** permet de préciser un sous-ensemble de responsabilités pouvant être confié à un acteur dans le cadre d'une interaction. Il peut correspondre à une responsabilité productive (produire un livrable ou apporter une contribution précise) ou à une responsabilité dans le management de l'interaction. Dans le premier cas, le rôle est dépendant du but de l'interaction. Dans le second cas, il s'agit de responsabilités de coordination des travaux de production ou de communication avec le pilote du processus.

3 Illustration et bilan

Nous allons appliquer les concepts proposés par le métamodèle ActivitéRôleActeur sur un cas inspiré d'un cas réel de commerce électronique collaboratif. Après une brève description du cas, nous avons modélisé le processus central au niveau processus et au niveau activité. Nous terminons par un bilan des apports et des limites.

3.1 Présentation du cas TSperso

Le cas que nous avons choisi pour illustrer les apports de notre métamodèle enrichi s'inspire d'entreprises qui se sont construites sur la vente à distance de tee-shirts comportant un motif personnalisé (photo, image...).

TSperso est une PME spécialisée dans la création de tee-shirts à façon. Les clients (particuliers ou revendeurs) choisissent un modèle de base parmi ceux proposés et fournissent des éléments pour le personnaliser : photos, coloris, slogans, ... Cette PME a construit sa réputation sur la plus-value apportée par son activité de design, conduisant à des produits personnalisés de grande qualité esthétique et dans une large variété de styles. Elle ne fabrique aucune pièce en interne, mais sous-traite à des fabricants et à des sociétés de livraison l'intégralité de sa production et l'acheminement des produits finis aux clients. Les compétences fondamentales de TSperso sont donc le design, le marketing et le pilotage logistique.

Ce sont les fluctuations de la demande (effets de mode, turbulences et incertitudes du marché) et les goûts changeants des clients qui ont conduit les fondateurs de TSperso à s'organiser selon un modèle d'entreprise étendue. La flexibilité du dispositif de production lui permet de s'adapter à une demande qui se rétracte ou à une conjoncture favorable. D'autre part, en sélectionnant au cas par cas (c'est-à-dire pour chaque commande client) les meilleurs spécialistes de la fabrication et de la distribution, TSperso peut optimiser sa qualité et ses performances.

La principale difficulté de ce mode de fonctionnement est de coordonner les différents intervenants et d'assurer la cohérence de l'ensemble. Il est donc nécessaire de bien définir le rôle de chaque intervenant et d'avoir une maîtrise globale du processus et de son pilotage tout en préservant la flexibilité : chaque réalisation du processus est un cas particulier devant s'inscrire dans une trame générique.

Enfin, la facturation et le recouvrement sont actuellement sous-traités à un cabinet d'expertise comptable. TSperso n'écarte pas cependant l'hypothèse de se doter de ressources lui permettant de réaliser elle-même ces tâches.

Il nous serait extrêmement difficile de modéliser toute la richesse et la complexité de ce contexte (un processus englobant les activités de prise de commande, de design, de fabrication, de livraison et de facturation-recouvrement) avec le métamodèle présenté dans la figure 1.

En revanche, le métamodèle enrichi que nous proposons, notamment les concepts de Service et d'Interaction, va nous permettre de bâtir une représentation du processus de référence en préservant sa flexibilité et sa modularité.

3.2 Le choix d'un langage de modélisation

Nous avons choisi de nous appuyer sur le langage UML pour appliquer nos nouveaux concepts, et plus particulièrement sur le sous-ensemble destiné à la maîtrise d'ouvrage [Mor06]. Pour cela, nous introduisons trois stéréotypes du concept d'activité — activité-procédure, activité-interaction et activité-service — que nous faisons figurer dans un diagramme d'activités. Pour une activité-procédure, nous avons choisi de faire classiquement figurer les tâches dans l'activité. En revanche, pour les activités de type interaction ou service, nous avons attaché un diagramme d'objets (aspect statique) permettant de faire figurer les rôles, les acteurs, les buts, les contrats et les conventions sociales, afin d'augmenter la lisibilité de la représentation.

3.3 Description du processus métier à l'aide du nouveau métamodèle

Les acteurs internes à la PME sont le Service commercial, les couturiers, les informaticiens (les éléments de personnalisation sont fournis par le client sous forme numérisée) et le Service achat. Les autres acteurs sont externes à la PME.

La figure 5 représente la trame du processus Traitement d'une commande. Les détails des activités Design, Fabrication-livraison et Facturation-recouvrement sont donnés respectivement dans les diagrammes d'objets des figures 6, 7 et 8.

La première activité s'effectue de façon classique (activité-procédure) sous la responsabilité du Service commercial.

L'activité-interaction Design a pour but d'élaborer un cahier des charges de fabrication d'une commande, incluant la sélection d'un fabricant et d'un livreur. On a supposé que cette activité faisait intervenir non seulement un designer (couturier), un spécialiste de manipulation d'image (informaticien) et un acheteur en contact avec des sous-traitants, mais également le client concerné. L'activité comprend deux phases se concluant par un jalon : la première vise l'élaboration d'une version initiale du produit (tee-shirt personnalisé) et la seconde sa version définitive. Deux rôles de l'interaction ont été précisés. L'acheteur est responsable de la rédaction du cahier des charges (rôle de rédacteur) et le client est responsable de la validation des deux versions du produit.

L'activité Fabrication-livraison a pour but de fournir à un client les produits correspondant à sa commande. Elle fait intervenir l'acheteur, ainsi que le fabricant (externe) et le livreur (externe), tous deux sélectionnés par l'acheteur dans l'activité Design. L'acheteur est responsable de l'établissement d'un échéancier prévisionnel des contributions du fabricant et du livreur et du contrôle de son respect (rôle de coordinateur).

On voit enfin que si l'activité-service Facturation-recouvrement est internalisée, on pourra conserver une activité préservant l'autonomie du futur service, en modifiant uniquement l'acteur et le contenu du contrat.

Compte tenu que l'acheteur assure une fonction de coordination dans les deux activités clés (Design et Fabrication-livraison), on n'a pas prévu, pour ce processus, de rôle de pilote global.

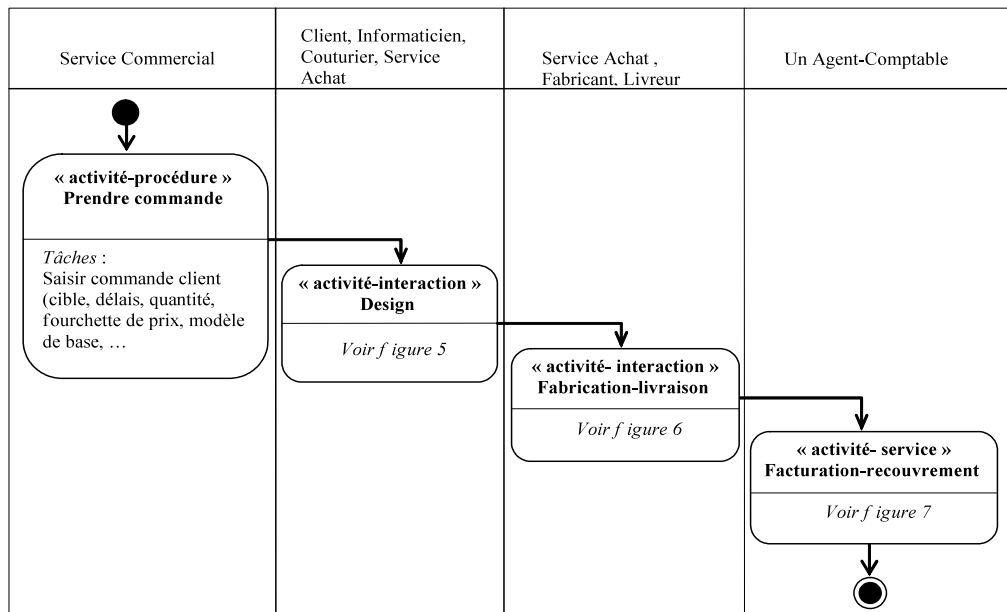


Figure 5 : Représentation du processus métier Traitement d'une commande

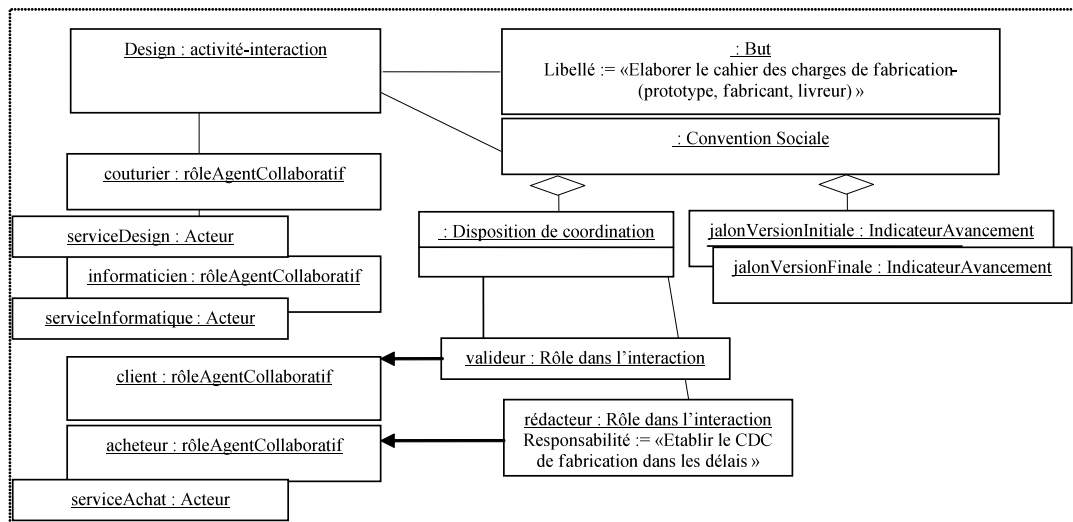


Figure 6 : Description de l'activité-interaction Design

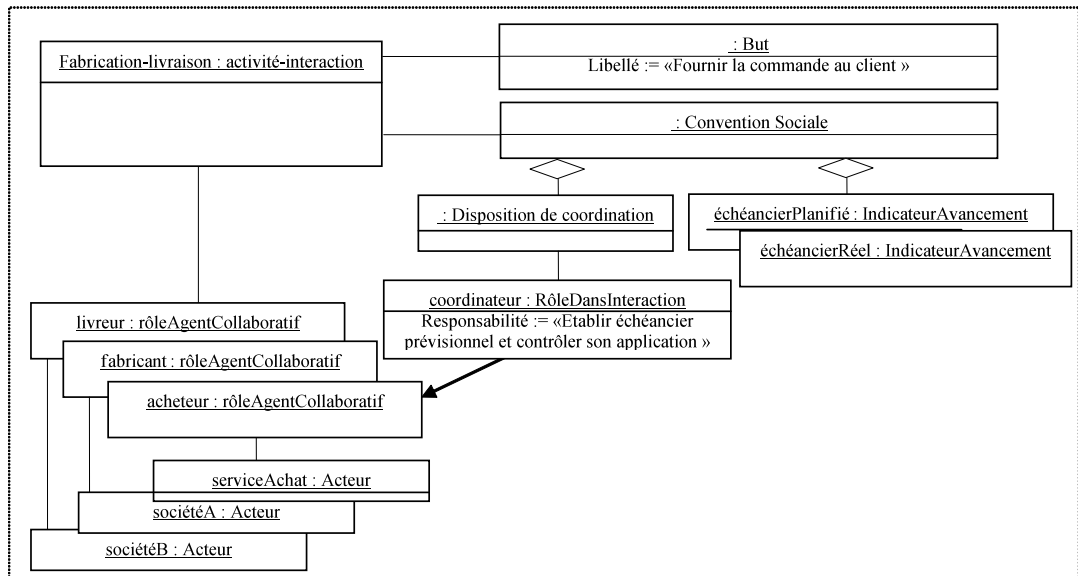


Figure 7 : Description de l'activité-interaction Fabrication-Livraison

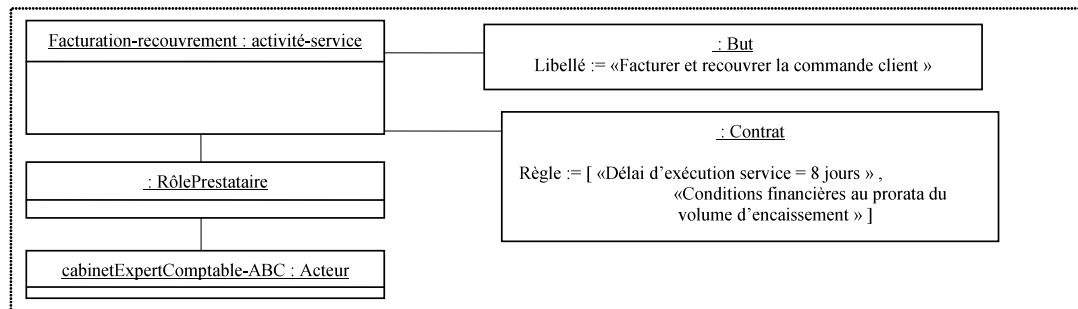


Figure 8 : Description de l'activité-service Facturation-Recouvrement

3.4 Bilan de l'utilisation du métamodèle ActivitéRôleActeur

Le recours au métamodèle ActivitéRôleActeur guide la modélisation avec trois principaux avantages.

1. Il offre des niveaux de description hétérogènes, certaines activités étant détaillées, d'autres simplement mises sous contrôle. Ceci permet d'intégrer la complexité du processus dans une vue globale, l'autonomie laissée à un acteur ou groupe d'acteurs étant un gage d'adaptation aux fluctuations de l'environnement.

2. Il accroît la flexibilité du processus modélisé, dans le sens où des modifications dans l'organisation du travail aura des impacts limités sur le modèle.

Ainsi, en utilisant le concept d'activité-service, on a pu décrire les conditions de réalisation de l'activité Facturation-Recouvrement par un contrat (délai, conditions financières). Si l'activité est sous-traitée à un autre prestataire, seul le contrat sera modifié. Si elle est internalisée, on pourra soit conserver le même principe en laissant l'unité concernée autonome dans l'exécution de l'activité (mais dans le cadre d'un contrat interne), soit la transformer en activité-interaction (si plusieurs unités sont concernées), soit même en activité-procédure si l'on veut spécifier de façon stable le mode opératoire.

En ce qui concerne l'évolution des activités-interactions, deux cas de figure peuvent globalement se présenter. Soit la relation avec les partenaires est durable, la description des activités-interactions n'est donc pas modifiée, même si les partenaires modifient leur dispositif interne de collaboration par exemple pour l'adapter aux caractéristiques de chaque demande. Soit la relation avec les partenaires est fluctuante, les partenaires étant choisis en fonction de la commande. Pour chaque occurrence de processus, on devra alors indiquer les acteurs auxquels sont attribués les rôles.

3. Le recours au métamodèle ActivitéRôleActeur accroît la maîtrise du processus en spécifiant d'une part des rôles de coordination (valideur, rédacteur dans l'activité-interaction Design, coordinateur dans l'activité-interaction Fabrication-livraison), d'autre part les différents partenaires devant collaborer. La convention sociale permet d'indiquer les informations devant être fournies par le groupe à un pilote du processus, selon le degré de contrôle visé. Par exemple, pour l'activité Design, on impose deux signaux indiquant l'achèvement de la version initiale, puis de la version finale. Le groupe pourra passer par plusieurs versions intermédiaires, en nombre variable selon les exigences de la commande, sans que ce soit visible pour le pilote. En revanche, un interlocuteur-clé est désigné : le rédacteur du cahier des charges.

Notre proposition comporte deux principales limites et s'inscrit dans un processus d'amélioration future.

Tout d'abord, l'illustration proposée est un cas d'école, avec les simplifications que cela implique. C'est pourquoi, dans un avenir proche, nous prévoyons de l'appliquer sur un cas réel de médiation électronique avec un partenaire industriel. Cela permettra de creuser la question de la traçabilité vers le système informatique.

Ensuite, l'expression des conventions sociales et des contrats, éléments majeurs permettant de conjuguer maîtrise et autonomie devra faire l'objet d'une expression plus fine, afin de pouvoir notamment être exploitée par un contrôle semi-automatisé.

Conclusion

Notre démarche pour proposer un nouveau métamodèle de processus a comporté trois étapes. Dans un premier temps, nous avons analysé les évolutions dans l'organisation du travail (§1.1) et mis en évidence les limites des modèles de processus actuels (§1.2).

Dans un deuxième temps nous avons dégagé des orientations susceptibles de répondre aux besoins de représentation (§1.3). Dans un troisième temps, de façon plus concrète, nous avons puisé notre inspiration à deux paradigmes traitant d'adaptation, de collaboration et d'autonomie (§1.4), le paradigme projet et le paradigme multi agent à partir duquel nous avons déjà mené une réflexion (métamodèle ActivitéActeurAgent), et nous avons proposé le métamodèle ActivitéRôleActeur.

L'illustration que nous en avons fait a mis en évidence des apports en matière de flexibilité, d'expression des activités collaboratives assorties de dispositifs de coordination et de pilotage. Dans la suite de cette recherche, nous allons, notamment en travaillant sur un cas réel, approfondir le contenu d'une convention sociale et d'un contrat et affiner la prise en compte du pilotage.

Bibliographie

- [Aal99] Van der Aalst W.M.P., Process-oriented architectures for electronic commerce and interorganizational workflow, *Information Systems*, Vol.24, n°8, 1999, pp.639-671.
- [Agu04] Aguilar-Savén R.S. : Business process modelling : Review and framework, *International Journal of Production Economics*, Volume 90, Issue 2, 2004, Pages 129-149.
- [Be05] Berthier D.; Morley C. & Maurice-Demourieux M.: Enrichissement de la modélisation des processus métiers par le paradigme des systèmes multi agents, *Systèmes d'Information et Management*, Vol. 3, n° 10, 2005, pp. 25-45.
- [Bo00] Booch G., Rumbaugh J. et Jacobson I., Le guide de l'utilisateur UML, Eyrolles, 2000.
- [Bu91] Butera F., La métamorphose de l'organisation : du château au réseau, Ed.Organisation, 1991.
- [Bu99] Butler K.A., Esposito C. et Hebron R., Connecting the design of software to the design of work, *Communications of the ACM*, 42 , 1, 1999, pp.39-46.
- [Che05] Chen M., Zhang D. et Zhou L., Empowering collaborative commerce with Web services enabled business process management system, Decision Support System, 2005, available online www.sciencedirect.com.
- [Co97] Courbon J.C. et Tajan S., Groupware et Intranet, InterEditions, 1997.
- [Cyb06] Principia Cybernetica Web, pespmc1.vub.ac.be
- [Da93] Davenport T.H., Process Innovation : Reengineering Work Through Information Technology, Harvard Business School Press, 1993.
- [Dan04] Danese P., Romano P. & Vinelli A. : Managing business processes across supply networks: the role of coordination mechanisms, *Journal of Purchasing & Supply Management* 10, 2004, pp.165–177
- [Dub04] Dubois A., Hulthen K. & Pedersen A. : Supply chains and interdependence : a theoretical analysis, *Journal of Purchasing & Supply Management* 10, 2004, pp.3–9.
- [Fu03] Fullerton R.R., McWatters C.S. et Fawson C. (), An examination of the relationship between JIT and financial performance, *Journal of Operations Management*, 21, 384, 2003.
- [Ha93] Hammer M. et Champy J. , Le reengineering, Dunod, 1993.
- [Hof00] Hoffner Y., Lwdwig H., Gulcu C. et Grefen P., An architecture for cross-organisational business processes , *Advanced Issues of E-Commerce and Web-Based Information Systems*, WECWIS, 2000.
- [IE98] IEEE Standard for Functional Modeling Language – Syntax and semantics for IDEF0, New York, IEEE Std 13201-1998.

- [Is03] ISO10006 : Systèmes de management de la qualité. Lignes directrices pour le management de la qualité dans les projets, Afnor, 2003.
- [Iso00] ISO9000, Qualité et systèmes de management ISO 9000, Afnor, 2000.
- [ISO00] ISO9000:2000, Qualité et systèmes de management, Afnor, 2000.
- [Je94] Jennings N.: Cooperation in Industrial Multi agents Systems, World Scientific, Singapore, 1994.
- [Le86] Le Moigne J.L., Vers un système d'information organisationnel ?, *Revue Française de Gestion*, nov-déc. 1986, pp.20-31.
- [Lev02] Levan S. : Le groupware, Hermès, 2002.
- [Lin03] Lindsay A., Downs D. et Lunn K. : Business processes – attempts to find a definition, *Information and Software Technology*, 45, 2003, pp.1015-1019.
- [Ma03] Malleret V., Le management des activités et des processus in Löning H. et al., Le contrôle de gestion, Dunod, 2003, pp.53-61.
- [Mel00] Melão N. et Pidd M. : A conceptual framework for understanding business process and business process modeling, *Information Systems Journal*, 10, 2000, pp.105-129.
- [Men96] Mentzas G.N. : Team coordination in decision support projects, *European Journal of Operational Research*, 89, 1996, pp.70-85.
- [Min84] Mintzberg H., Structure et dynamique des organisations, Editions d'Organisation, 1984
- [Mo05] Morley C., Berthier D. & Maurice-Demourieux M.: Apport du paradigme agent à la maîtrise des systèmes d'information, *10^e Colloque AIM*, Toulouse, sept. 2005.
- [Mor04] Morley C., Management de projet système d'information, 4^e éd., Dunod, 2004.
- [Mor05] Morley C., Hugues J., Leblanc B. & Hugues O., Processus métiers et systèmes d'information, Dunod, 2005.
- [Mor06] Morley C., Hugues J. et Leblanc B., UML2 pour l'analyse d'un système d'information. Le cahier des charges du maître d'ouvrage, Dunod, 3^e éd., 2006.
- [On99] O'Neill P. et Sohal A.S., Business Process Reengineering. A review of recent litterature , *Technovation*, 19, 1999, pp.571-581
- [Per04] Perrin O. & Godart C. : A model to support collaborative work in virtual enterprises, *Data&Knowledge Engineering*, Vol. 50, Issue 1, july 2004, pp.63-86.
- [Pes02] Pesqueux Y. : Organisations : modèles et représentations, Gestion PUF, 2002.
- [Pm04] PMBOK, Guide du corpus des connaissances en management de projet, 2004.
- [Spa03] Spalanzani A. : Évolution et perspectives de l'organisation et de la gestion industrielle : l'impact des systèmes d'information, in Caron-Fasan M.L.&Lesca N. éd.: Présents et Futurs des systèmes d'information, PUG, 2003, pp.19-43
- [Vid02] Vidal P. et Nurcan S. : Coordination des actions organisationnelles et modélisation des processus, in Rowe F. éd. : Faire de la recherche en systèmes d'information, Vuibert – Fnege, 2002, pp.215-230.
- [Wan06] Wang S., Shen W. & HaoQ. : An agent-based Web service workflow model for inter-enterprise collaboration, *Expert Systems with Applications*, article in press, available online january 2006, Science Direct.
- [Wei02] Weigand H. et van den Heuvel W.J. (2002), Cross-organizational workflow integration using contracts, *Decision Support Systems*, Volume 33, Issue 3, 2002, pp. 247-265.