



HAL
open science

Méthode adaptable basée sur la modélisation de processus pour l'analyse et l'optimisation de systèmes coopératifs dans l'entreprise

Emmanuel Adam, Christophe Kolski, Emmanuel Vergison

► To cite this version:

Emmanuel Adam, Christophe Kolski, Emmanuel Vergison. Méthode adaptable basée sur la modélisation de processus pour l'analyse et l'optimisation de systèmes coopératifs dans l'entreprise. Colloque ERGO IA'98 Ergonomie et Informatique Avancée, 1998, Bayonne, France. pp. 270-279. hal-03413404

HAL Id: hal-03413404

<https://uphf.hal.science/hal-03413404v1>

Submitted on 14 Feb 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Méthode adaptable basée sur la modélisation de processus pour l'analyse et l'optimisation de systèmes coopératifs dans l'Entreprise

Emmanuel Adam^{*(1)(2)} - Christophe Kolski⁽¹⁾ - Emmanuel Vergison⁽²⁾
emmanuel.adam@solway.com kolski@univ-valenciennes.fr emmanuel.vergison@solway.com

⁽¹⁾LAMIH - URA CNRS 1775,
Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis,
Le Mont Houy - B.P. 311- 59304 Valenciennes Cedex - France

⁽²⁾SOLVAY Research and Technology,
SOLVAY S.A.
Rue de Ransbeek, 310 - 1120 Bruxelles - Belgique

Résumé : La mise en place de réseaux dans les entreprises actuelles fait apparaître de nouveaux comportements de groupe. Dans ce cadre, il est important de pouvoir analyser et modéliser ces nouveaux comportements coopératifs afin de mieux les comprendre et de pouvoir les consolider. Après avoir confronté un ensemble de méthodes représentatives de leur classe, nous proposons une méthode d'analyse, de modélisation et de simulation d'organisation en vue de la spécification de systèmes coopératifs. Nous présentons l'application de cette méthode à un cas concret à la fin de cet article.

Mots-Clés : Méthodologie, organisation, analyse et modélisation des processus coopératifs, simulation des processus coopératifs, outils d'aide à l'organisation du travail.

Abstract: Following the setting up of networks, new group behaviors appear in current enterprises. Within this framework, it is important to analyze and model this new cooperative compartment in order to better understand them, and to be able to consolidate them. After comparing several methods, which are representative of their class, we propose a method of analysis, modeling and simulation for the cooperative system specification. An application of the method to a real case is shown at the end of this article.

Keywords: Methodology, organization, cooperative process analysis and modeling, cooperative process simulation, tools supported work organization.

Thème : Travail Coopératif

Sous-Thèmes : Analyse des processus cooperatives, Outils d'aide à l'organisation du travail

* Doctorant dont la thèse est financée conjointement par la Région "Nord - Pas de Calais" (France) et par SOLVAY S.A.

1. INTRODUCTION

Les bouleversements structurels qui ébranlent le monde industriel aujourd'hui mettent particulièrement en lumière le besoin d'appréhender correctement les mécanismes de fonctionnement de l'Entreprise et, en particulier, des processus techniques et administratifs qui sous-tendent ses activités.

Dans ce contexte, les facteurs humains jouent un rôle prépondérant. De même en est-il pour la création en commun et le partage d'informations, de connaissances et de documents. L'émergence de nouvelles technologies et d'outils informatiques puissants, simples dans leur conception et dans leur application (les plus connus sont Domino de Lotus et Microsoft Exchange, mais plus de 300 outils de Travail Coopératif Assisté par Ordinateur commercial ou non peuvent être recensés) contraste souvent avec le manque de méthode de mise en œuvre appropriée. Par ailleurs, si des solutions sont parfois trouvées pour résoudre des problèmes locaux de nature le plus souvent technique, il n'en existe pas pour résoudre des problèmes organisationnels complexes où les facteurs humains sont critiques.

Notre objectif, dans ce travail, est de présenter une méthode de modélisation de systèmes complexes, simple tant dans sa conception que dans sa mise en œuvre. Cette méthode doit permettre aux différents intervenants dans un processus industriel, acteurs et décideurs, d'abord d'en acquérir la perception et la maîtrise pour ensuite en améliorer, voire en optimiser le fonctionnement. La méthode que nous avons développée s'appuie, d'une part, sur des modes de représentation reconnus et largement pratiqués, décrivant : les rôles des différents acteurs dans les procédures étudiées; les tâches qui leur incombent; les flux d'information qu'ils échangent; la dynamique propre du système. D'autre part elle débouche sur un outil de simulation modulable et accessible à des utilisateurs industriels non nécessairement informaticiens.

L'article se compose de trois parties. Dans la première, nous nous sommes livrés à une analyse critique de méthodes de génie logiciel et de génie cognitif. Un résumé de cette étude est décrit afin de sensibiliser le lecteur sur l'importance qu'il y a d'effectuer le(s) bon(s) choix lorsqu'il s'agit de trouver, pour un processus donné, les modes de représentation les plus appropriés. Après avoir tiré les leçons de cette étude en ayant fait les choix méthodologiques appropriés, on abordera, dans une deuxième partie, les phases d'analyse et de modélisation du(es) processus. Dans la dernière partie, nous déclinerons notre méthode sur un cas concret : le fonctionnement du département de la Propriété Industrielle d'une grande entreprise.

2. PRESENTATION DES TYPES D'ORGANISATIONS ÉTUDIÉES

Il existe différents types d'organisations humaines. Parmi les principales, nous pouvons citer : l'organisation hiérarchique (chaque individu responsable planifie les actions d'un ensemble d'exécutant) ; l'organisation de marché (les individus manager passent un appel d'offre auquel peuvent répondre des contractants) ; l'organisation de type communauté (les individus sont de même niveau et peuvent prendre différents rôles) ; l'organisation démocratique (tient de l'organisation hiérarchique et de communauté, les décisions pouvant être prises par un niveau plus élevé ou par négociation dans un groupe de travail) [1].

Nous ne prétendons pas traiter ici toutes ces formes d'organisation, mais seulement (et pour l'instant), la suivante, représentative de l'évolution du marché actuel où de plus en plus d'entreprises se restructurent en unités auxquelles elles transmettent non plus des ordres,

mais des objectifs ou des buts [2]. C'est ce type d'organisation que nous considérons, plus précisément les organisations dites holoniques [3]. Ce type d'organisation a été proposé par A. Koestler [4] : une organisation holonique est composée de parties (holons), contenant elles-mêmes des parties ou sous-parties, un holon étant stable, autonome, tout en coopérant avec les autres parties de manière à former un tout. D'après Koestler, les organisations holoniques montrent, à long terme, des qualités de stabilité et de résistance à des sollicitations externes et internes. Ce constat résulte de l'étude de nombreuses entités, telles que la structure du corps humain, des végétaux, ainsi que l'organisation de sociétés humaines. Notons que les principes de ce type sont visés dans plusieurs unités de travail d'un des sites de SOLVAY S.A. Ces unités se composent de plusieurs dizaines de personnes, ayant à travailler de manière coopérative autour de documents (cf. Partie 5). Notons aussi que les organisations holoniques font l'objet d'un courant de recherche de plus en plus important, notamment dans les processus manufacturiers complexes [5].

Quel que soit le type d'organisation à modéliser, il est nécessaire de se baser sur une démarche la plus rigoureuse et systématique possible, ainsi que sur des moyens de modélisation. Il est dans ce but très important d'étudier ce que peuvent apporter à ce sujet les méthodes les plus connues issues du Génie Logiciel et du Génie Cognitif

3. ANALYSE CRITIQUE DE MÉTHODES ACTUELLES EN GENIE LOGICIEL ET GENIE COGNITIF

Un de nos objectifs de recherche est de trouver une méthode d'analyse et de modélisation d'organisation, qui permette de mettre en évidence les coopérations entre les acteurs d'une organisation de type holonique (nous appelons coopération la communication de données, la coordination et la collaboration entre acteurs pour la réalisation d'un objectif commun).

Différentes méthodes, représentatives de leur classe, ont été analysées dans cet objectif. Ainsi, MERISE [6] (Méthode d'Études et de Réalisation Informatique des Systèmes Évolués ; représentative des méthodes systémiques), OMT [7] (Object Modeling Technique ; représentative des méthodes d'analyse et de conception orientées objets), 3AR [8] (Agent Acteur Ressource Abstract ; représentative des méthodes d'analyse et de spécification de système d'information orientée agents (ou acteurs) qui commencent à apparaître dans la littérature), SADT [9] (Structured Analysis and Design Technique ; représentative des méthodes dites structurées), OSSAD [9] (Office Support System Analysis and Design ; centrée sur l'organisation du travail) et MKSM [11] (Methodology for Knowledge Systems Management ; méthode de gestion de la connaissance dans l'entreprise, non classique, et plus orientée sur une approche de l'Intelligence Artificielle) ont été étudiées.

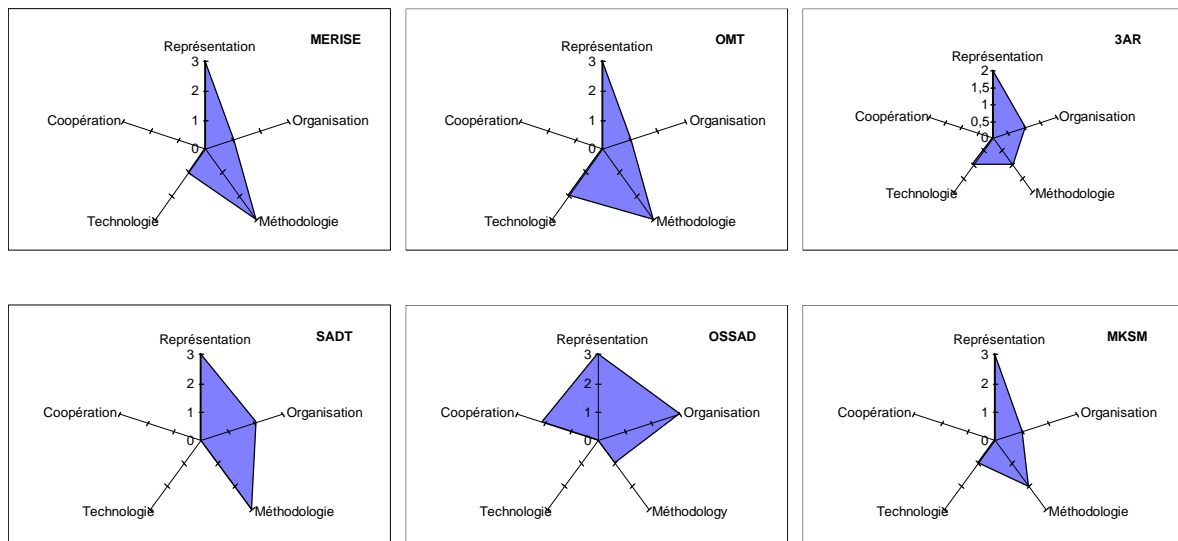
D'autres méthodes connues auraient pu aussi être étudiées, telles que REMORA, BOOCH, UML, SA, SART, CISAD, KADS, KOD entre autres. Nous pensons cependant que celles que nous avons testées sont à la fois représentatives de leur classe, largement acceptées et pratiquées, et que le résultat de leur confrontation permet déjà de faire des hypothèses crédibles sur le type de méthode à appliquer.

Pour comparer ces méthodes, nous sommes partis des critères de comparaison proposés dans un article s'intéressant à la comparaison de méthodes d'analyses et de conceptions de systèmes d'information [12]. Ces critères ont été modifiés et augmentés afin, notamment, de prendre en considération des aspects de coopération et d'interface homme-machine évoluée.

Au total, 17 critères (découpés en 69 sous-critères) projetés sur cinq dimensions ont servi de cadre de référence pour la comparaison des méthodes cités précédemment [13] :

- La dimension organisation note, sur 3 critères, et 15 sous-critères, la façon dont est perçu le système (par exemple : en tant que boîte noire, système hiérarchique ou hétérarchique), et l'environnement dans lequel il évolue (par exemple : certain, stable).
- La dimension méthodologie contient 5 critères, et 17 sous-critères, permettant d'identifier la méthodologie sous-jacente à la méthode. Ce sont, par exemple, les critères relatifs au cycle de vie, à l'approche de développement, à la prise en compte de l'utilisateur.
- La dimension représentation regroupe 4 critères, et 17 sous-critères, relatifs à la position de l'analyse, au séquençement des modèles (données, activités, traitements, dynamique), à la formalisation du système traité.
- La dimension coopération détermine, au moyen de 2 critères et de 5 sous-critères, si la méthode considère les communications ou relations entre les acteurs du système.
- Les 3 critères, et 15 sous-critères, de la dimension technologie fournissent des informations sur le type d'interaction visée (par exemple interface coopérative ou adaptative) et sur le style de programmation.

La confrontation en cinq dimensions, dans l'hypothèse d'une application à une organisation de type holonique, est synthétisée dans la figure 1.



0 = pas de préoccupation; 1 = préoccupation peu importante; 2 = préoccupation importante ; 3 = préoccupation très importante

Figure 1. Synthèse de la confrontation des méthodes selon les cinq dimensions

Un premier constat apparaît : aucune méthode ne couvre les 5 dimensions. En outre, une analyse plus détaillée montre qu'aucune méthode n'apporte de solution technique au problème de la coopération. En revanche, chaque méthode possède son propre point fort : OSSAD, par exemple, apporte des solutions prenant en compte les besoins en coopération et OMT permet la spécification rapide d'objets à partir de la modélisation. Pour répondre à notre besoin, nous avons donc construit notre propre méthode en nous appuyant sur les points les plus pertinents d'OSSAD, OMT et SADT. Ce choix est justifié dans le paragraphe suivant.

4. PROPOSITION D'UNE METHODE D'ANALYSE ET DE MODELISATION D'ORGANISATION

La plupart des organisations humaines de travail reposent sur la création, la manipulation et l'échange de données, entre les acteurs du système. Ceux-ci peuvent être liés par des relations de type hiérarchique ou des niveaux de responsabilité. Dans un système de type holonique, l'ossature de l'organisation est symbolisée par les flux de données. La méthode devra donc considérer les échanges se déroulant dans le cadre de l'organisation, et être applicable à un environnement d'une stabilité relative tel que le marché actuel.

En ce qui concerne la méthodologie, l'approche de développement choisie est une approche évolutive, décomposant d'abord les procédures principales en activités, puis assemblant ces procédures pour obtenir une vue globale du système. Nous ne traitons, dans cet article, que la partie analyse et modélisation d'organisations où la prise en compte de l'utilisateur est essentielle, venant en amont de la spécification d'outils d'aide à la coopération.

En ce qui concerne les différents formalismes utilisés pour la représentation de l'organisation, ils devront être accessibles aux différents acteurs, de manière à les impliquer dans l'exercice de modélisation et dans la mise en place du système visé [14]. Les activités des organisations de travail auxquelles nous nous intéressons reposant sur l'échange et la manipulation de données, il est impératif de disposer, à la fois, d'un modèle de données, d'un modèle d'activités et d'un modèle de traitements. La nature humaine de l'organisation impliquant, en outre, la prise en compte de la dynamique des échanges et des activités (telles que les interruptions, le quasi-parallélisme et la synchronisation), une modélisation dynamique sera également souhaitée.

Afin de concrétiser l'implication des utilisateurs dans le projet de spécification d'outils d'aide à la coopération, un simulateur a été développé pour tester et comparer, en commun, divers scénarios. Ce simulateur, outre le fait qu'il permettra de quantifier le fonctionnement de m'organisation, facilitera aussi la comparaison objective de différentes solutions possibles (informatiques et/ou purement organisationnelles).

4.1 Analyse

Une organisation humaine est caractérisée par des échanges de données entre différents acteurs ayant des rôles généralement différents pour la réalisation en commun d'un objectif donné. L'analyse doit donc permettre, après identification des principaux objectifs de l'organisation (ses procédures principales), de préciser le rôle des différents acteurs et de décrire les tâches assignées à chaque rôle. L'analyse des interfaces externes doit être aussi effectuée afin d'identifier les entrées-sorties de l'organisation, par exemple les liens avec les fournisseurs, les clients ou d'autres organisations. L'activité est très souvent différente de la tâche prescrite. Cette différence est encore plus sensible dans le cas de systèmes coopératifs où ce n'est plus un acteur qui doit s'adapter à la situation, mais un groupe d'acteurs. L'analyse d'activités est donc primordiale dans la démarche que nous mettons en place; elle peut aller jusqu'à l'analyse de l'activité cognitive, pour la définition des règles d'adaptation personnelles ou communes à un groupe de travail.

Comme il est peu réaliste d'analyser en détail toute une organisation, nous nous sommes concentrés sur l'analyse des procédures (ensemble d'activités) critiques, c'est-à-dire celles qui sont jugées stratégiques ou qui peuvent poser des problèmes.

4.2 Modélisation

Les modèles doivent refléter l'importance des données dans l'organisation humaine, être capables de souligner les lieux de communication et de coopération. Ils devront être présentés aux acteurs du système, afin de proposer de façon participative une ou des solutions aussi bien informatiques que liées à l'organisation elle-même.

4.2.1 Modèle des données

Les données constituent la "matière première" de l'organisation, ce qu'elle est amenée à utiliser, à enrichir et à valoriser. Leur modèle doit permettre de représenter à la fois leur structure et les relations qui existent entre elles (appartenance, classe, étiquettes). Les données peuvent être statiques (un document papier), mais aussi dynamiques (un document électronique). Le passage d'un document papier à un document électronique, plus 'vivant', peut être représenté simplement, par ajout de méthodes. Afin de répondre à ces critères, il est préférable d'utiliser un modèle de données issue d'une méthode orientée objet telle que OMT, BOOCH ou UML. Nous avons choisi la représentation de la méthode OMT, qui a fait l'objet d'une analyse critique, et dont le modèle de données répond au critère de lisibilité (Un exemple est fourni dans la partie application en Figure 4).

4.2.2 Modèle des flux de données

Les flux de données représentent l'architecture de l'organisation, et informent sur les relations entre ses acteurs. Selon le type d'organisation à étudier, il est intéressant de faire ressortir dans ce modèle de flux de données, les relations de hiérarchie et/ou de responsabilité. Ainsi, le modèle doit représenter les données circulant entre les acteurs dont les activités consistent à manipuler ces données. Le modèle des actigrammes de la méthode SADT, très intuitif et fort répandu, permet de représenter clairement, pour chaque activité, les données en entrée et les données en sortie. Pour représenter, en plus des liens de communication, les relations de hiérarchies et/ou de responsabilités entre les acteurs, nous proposons de structurer les actigrammes par ligne. Une ligne correspondant à un niveau de responsabilité croissant de bas en haut, à l'image du modèle des traitements d'OSSAD (un exemple est présenté dans la partie application en figure 5).

4.2.3 Modèle des traitements de données

Suite à la modélisation du flux de données, qui donne une vue d'ensemble de l'organisation et de ses procédures, il est nécessaire d'avoir un modèle représentant le traitement des données, qui permet de détailler les procédures schématisées par le précédent modèle. Ce modèle étant plus fin, il doit faire ressortir la coopération entre les acteurs, et bien sûr, les liens de hiérarchie et/ou de responsabilité. La plupart des modèles de traitements ne permettent pas de représenter la coopération entre les acteurs du système auxquels ils s'appliquent. La méthode OSSAD, citée au début de l'article, propose un modèle de traitement clair, inspiré du modèle de traitements de MERISE, et qui permet de représenter la coopération et les notions de hiérarchie (voir l'exemple en figure 6).

4.2.4 Modèle dynamique

Les modèles précédents (modèle de données, de flux de données et de traitement de données), permettent de modéliser une organisation ou ses principales procédures, en apportant des informations sur les données et les relations d'échanges, de hiérarchie entre

les acteurs. En fait, ces modèles offrent un cliché de l'organisation mais ne permettent pas de représenter toute la dynamique propre à un système à forte composante humaine telle que : les interruptions, le parallélisme ou la synchronisation. L'utilisation d'un modèle dynamique (tel que le réseau de Petri, le diagramme d'état, le diagramme de flux de données) est nécessaire et sera utilisé pour affiner les précédents modèles et décrire la dynamique des échanges.

Le formalisme des réseaux de Petri est souvent utilisé, sous une forme ou une autre, pour représenter la dynamique liée aux interactions homme-machine [15]. Dans notre cas, le réseau doit permettre de suivre le fonctionnement des procédures de l'organisation, et de représenter les acteurs de ces procédures ainsi que les données échangées. Pour cela, un réseau de Petri objet, où un jeton symbolise la donnée circulant d'acteur en acteur, a été sélectionné.

En fait, les données circulent surtout de poste en poste, un poste étant attaché à un rôle que joue un acteur. De plus, lors de coopérations, certains acteurs doivent se déplacer pour réaliser un travail en commun. Les jetons symboliseront les acteurs et les données qui circulent de poste en poste.

Le réseau de Petri objet permet de représenter les échanges, les activités parallèles, la synchronisation entre les acteurs de façon claire. Il permet aussi de gérer les interruptions subies par les acteurs, mais, du fait de la complexité d'une organisation humaine, cette représentation de toutes les interruptions fait 'explorer' le réseau et le rend peu lisible. Le réseau de Petri paramétré permet de synthétiser la gestion des interruptions par une diminution des transitions qui contiennent des règles s'appliquant alors sur des objets différents et sur leurs états. C'est donc ce type de réseau de Petri que nous avons utilisé. Les autres caractéristiques du réseau sont : la finitude (les ressources humaines et matérielles sont bien sûr limitées) ; la temporalité (chaque activité a une durée) ; la synchronisation (les événements survenant dans l'organisation sont datés). Par ailleurs, les processus que nous avons étudiés étant de nature essentiellement déterministes et procéduraux, il n'a pas été nécessaire de prendre en compte des comportements stochastiques.

Nous avons tiré parti des réseaux paramétrés de la manière suivante : chaque bureau, ou espace de travail, est représenté par deux places (fig. 2). La place principale contient les acteurs et les documents présents à un instant donné (les documents et les acteurs sont donc représentés par des jetons). La place secondaire, liée à la place principale, représente une mémoire de travail ; elle est utilisée pour stocker les états des acteurs lors des interruptions. La coopération est mise en évidence à la fois par les circulations de documents entre les acteurs, mais aussi par le déplacement des acteurs dans le réseau. Les notions de responsabilités ou de hiérarchie sont, comme dans le cas du modèle de traitements, représenté par l'ordre des colonnes (un exemple est donné en figure 7).

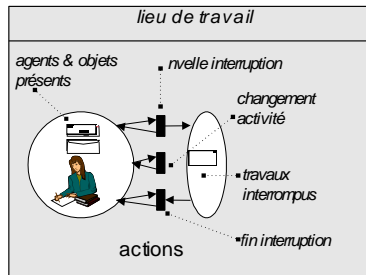


Figure 2. Espace de travail par réseau Paramétré

La transition la plus haute est déclenchée lorsqu'une interruption apparaît (document urgent ou téléphone). La personne sauve alors son état dans la place secondaire, et prend un nouvel état (communication téléphonique).

La transition du centre est déclenchée lorsque la personne termine une activité et en reprend une autre, sans interruption. Elle change alors son état.

La transition du bas est déclenchée lorsque la personne a terminé de gérer l'interruption. Elle reprend alors son état de la place secondaire.

4.2.5 Utilisation des modèles

Idéalement, les modèles doivent être appliqués en séquence, dans l'ordre données-activités-traitements-dynamique, mais dans la pratique, il est souvent nécessaire de procéder à des aller-retour entre eux (Fig. 3). En fonction de ce que l'on veut représenter, on peut être amené à modifier un ou des modèles déjà créés. Par exemple, en voulant représenter une activité, le besoin d'une donnée non modélisée peut apparaître. De même, décrire le traitement d'une donnée peut amener à redéfinir les activités qui s'y rapportent. La vérification de la cohérence des modèles s'effectue au cours et à la fin de chaque étape.

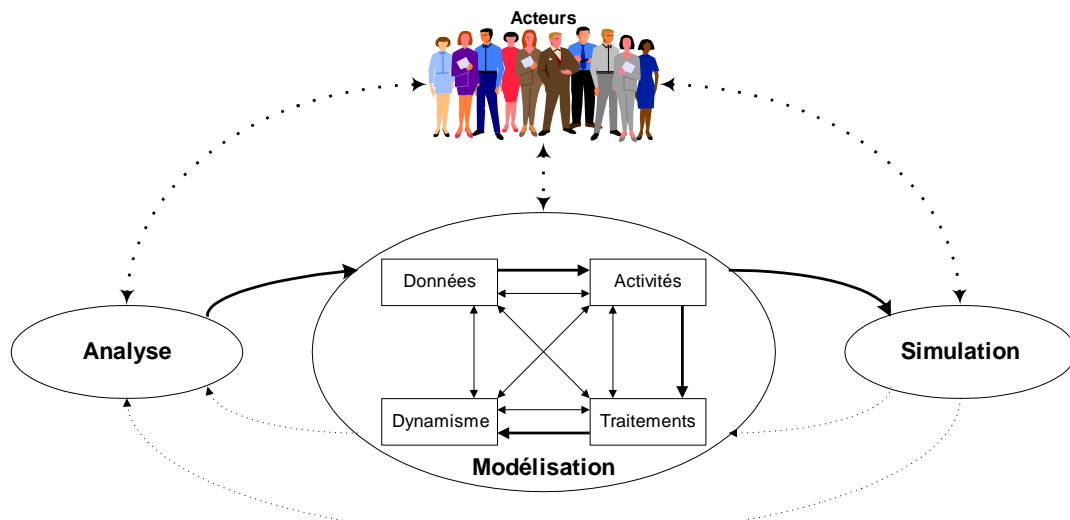


Figure 3. Ordre d'application des 4 modèles

Rappelons le fait que ces modèles doivent être discutés avec les personnes qu'ils impliquent, afin de faciliter la proposition et l'intégration de solutions logicielles et/ou organisationnelles. Ceci donne lieu, en général, à des modifications de certains modèles, dont il faut ensuite vérifier la cohérence avec les autres modèles.

4.3 Simulation

Demander aux acteurs d'imaginer cette dynamique à partir d'une représentation statique sur papier est une chose difficile. Une animation graphique, voire une simulation de l'organisation ou des procédures est souhaitable. Un simulateur permet aux acteurs de

compétences différentes de se positionner dans l'organisation, par rapport aux autres acteurs, et d'identifier les rôles. Il permet aussi d'imaginer de nouvelles solutions et de les tester "virtuellement".

Notre modèle dynamique repose sur le concept de réseau de Petri, outil mathématique considéré comme un langage formel, il facilite le développement d'un simulateur et en garantit la robustesse. La gestion des règles associées aux différentes parties du réseau reste cependant un problème difficile : qu'il s'agisse des règles de circulation de document associées aux transitions entre les espaces de travail ou des règles 'de bureau' associées aux places paramétrées (par exemple : si un fax tombe, alors la personne libre gère ce fax) ou encore des règles personnelles, associées aux acteurs. En fait, il n'existe pas de système à base de règles, général, régissant toute l'organisation, mais des ensembles de règles d'importance variable.

Cette méthode de modélisation de processus pour l'analyse et l'optimisation de systèmes coopératifs dans l'Entreprise a été appliquée dans le département de propriété industrielle de l'entreprise SOLVAY S.A. à Bruxelles.

5. APPLICATION A UN DEPARTEMENT DE BREVETABILITE

Le département de la Propriété Industrielle de SOLVAY S.A. fonctionne essentiellement sur base de documents papiers (par exemple : demande de dépôt de brevet, protection d'une marque). La structure et la distribution des responsabilités sont claires. Les personnes qui y travaillent ont une double compétence : chimique et juridique (SOLVAY S.A. étant une multinationale chimique et pharmaceutique). La gestion commune de documents, dans un même but de protection des inventions du groupe, sont fréquentes. L'architecture du département se rapproche des architectures holoniques décrites précédemment de par sa structure hiérarchique et l'autonomie conférée aux groupes de travail et aux acteurs. Notre méthode peut donc s'y appliquer dans le but de spécifier des outils d'aide au travail coopératif.

5.1 Analyse du système

L'analyse des rôles et des tâches des différents acteurs a été effectuée par des ergonomes, qui ont aussi identifié les interfaces internes et externes au département [16]. Cette analyse, basée sur les techniques d'interviews, d'entretiens et de réunions, a été réalisée sur site et a duré trois mois. L'analyse des activités s'est limitée aux principales procédures liées à la protection des inventions du groupe; elle a également été effectuée sur site, par un étudiant de DEA cette fois, et a duré cinq mois. Ces travaux ont bénéficié du concours actif de tous les acteurs. L'importance des phases d'extraction de données, de vérification de leur cohérence, la présentation des analyses aux acteurs, les échanges et les demandes de modification, expliquent et justifient la durée de ces prestations.

Les analyses étant effectuées selon deux points de vue différents, les recueils obtenus sont de deux types. Ceux provenant des ergonomes sont centrés sur le recensement de toutes les tâches des différents rôles du département, mais ne montrent pas explicitement l'enchaînement des tâches entre les différents rôles. Le recueil issu de la deuxième analyse centrée sur les activités décrit l'enchaînement des tâches et le travail commun des différents rôles dans le cadre de l'exécution d'une procédure. Mais étant focalisé sur ces données, il ne donne pas une liste exhaustive des tâches des différents acteurs. Les résultats de ces analyses sont donc de deux natures : liste des tâches en fonction des rôles et enchaînement

des tâches en fonction des procédures. De plus chaque recueil de données est écrit dans une structure propre à l’auteur. C’est à l’étape de modélisation d’effectuer le lien entre ces deux analyses dans un formalisme commun.

5.2 Modélisation

Pour chaque procédure stratégique identifiée dans l'analyse, nous avons d'abord isolé les rôles des différents acteurs ainsi que leur niveau de responsabilité afin de faciliter l'écriture des modèles des activités, des traitements et du modèle dynamique. Leur écriture est facilitée par un atelier conçu sous Visio, logiciel d'aide à la création de diagrammes (pour rappel, dans les modèles, les acteurs doivent être classés en ligne ou en colonne).

L’application des modèles à chaque procédure nécessite des aller-retours, notamment entre le modèle des activités et le modèle de données ou entre le modèle des traitements et le modèle des activités. L’écriture du modèle dynamique a posé moins de problème, seule une relecture détaillée de l'analyse a été nécessaire.

Pour construire le modèle des données (fig. 4) d'une procédure, nous en avons balayé l'analyse et extrait les documents manipulés. Nous avons ensuite construit les objets “OMT” correspondant à ces documents et spécifié les attributs d'après les champs recensés dans l'analyse. Si les documents sont électroniques, leurs contraintes ou leurs spécificités sont décrites dans les méthodes.

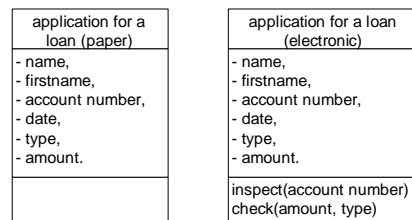


Figure 4. Extrait d'un modèle de données

Le modèle des flux de données (fig. 5) d'une procédure reprend son schéma général, identifié par une première lecture de l'analyse. La création de ce modèle nous a permis de redéfinir, voire définir, les attributs des objets utilisés. Certains objets nécessaires dans ce modèle ont dû être créés dans le modèle de données. Au final, ce modèle donne une vue d'ensemble de la procédure par ses acteurs, classés par ordre de responsabilités, et les flux entre ces acteurs.

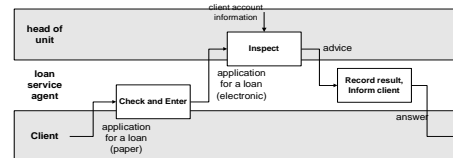


Figure 5. Extrait d'un Modèle de Flux de données

Nous avons préféré construire le modèle des traitements de données (fig. 6) indépendamment du modèle d'activité dont il pourrait pourtant résulter. Ceci afin de pouvoir identifier des échanges non représentés dans le modèle des activités ; des modifications de ce modèle sont fréquentes. Le modèle des traitements étant d'une granularité plus fine, des améliorations ont pu être apportées au modèle des données et l'ajout d'objets dans ce modèle s'est parfois avéré nécessaire.

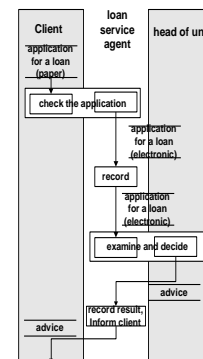


Figure 6. Extrait d'un modèle des traitements

Le modèle dynamique joue un rôle important dans la description des activités du Département de la Propriété Industrielle. A partir du modèle des traitements et d'une relecture détaillée de l'analyse, nous avons spécifié les différentes composantes du réseau de Petri qui soutend le modèle dynamique. Plus détaillé et, a priori, moins lisible par des utilisateurs non experts en informatique, ce dernier s'est avéré tout à fait accessible grâce à l'outil de simulation.

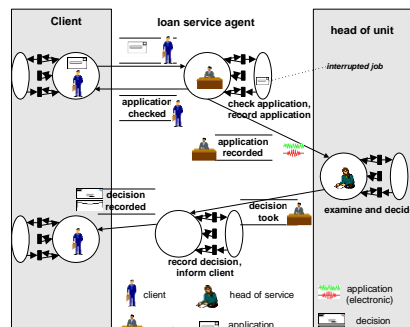


Figure 7. Extrait d'un modèle dynamique

5.3 Simulation

Le simulateur, réalisé à l'aide de Visual C++ [17], se compose de deux parties : la partie externe qui joue le rôle d'interface et effectue le lien entre l'utilisateur (non expert) et le réseau de Petri (que ce soit pour la création graphique du réseau ou pour la saisie de règles) et la partie interne qui gère les trois types de règles (règles générales, règles 'de bureau' et règles personnelles). L'interface homme-machine a, quant à elle, fait l'objet d'un important travail, afin de faciliter l'utilisation du simulateur par les acteurs du système.

5.4 Premiers résultats

Pour l'instant, les premiers résultats sont de nature organisationnelle, et sont issus des modélisations. Des encodages et classements individuels multiples ont été supprimés au profit d'encodages plus généraux, pertinents, et de classements communs. De même, un nombre considérable de va et vient de documents a été identifié et supprimé suite à une redistribution des tâches respectant la nature des rôles. Les simulations étant encore au stade expérimental, aucune amélioration organisationnelle n'a été tentée sur base de celles-ci. Par contre l'exercice de simulation basée sur une modélisation par réseau de Petri nous semble une bonne base pour la spécification de solutions informatiques de type multi-agent.

6. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La méthode, proposée dans cet article, s'appuie sur un concept d'organisation robuste, les systèmes holoniques, et intègre les points forts de méthodes de modélisation existantes et reconnues. Elle a été appliquée avec succès dans une grande entreprise dans un département où les mécanismes de fonctionnement sont de nature procédurale et où la coopération joue un rôle important.

A partir d'un simulateur, qui a d'abord été conçu pour faciliter l'implication des utilisateurs finaux dans le projet de réalisation d'un environnement de travail coopératif, il est envisagé de poursuivre notre travail vers la spécification d'une solution logicielle intelligente basée sur une architecture multi-agent.

7. BIBLIOGRAPHIE

[1] Le Strugeon E., *Une méthodologie d'auto-adaptation d'un système multi-agents cognitifs*, Thèse de doctorat, soutenue à l'Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis (1995).

- [2] DE GRAEVE X., *Modélisation d'entreprise : les entreprises virtuelles*, Mémoire de 4^{ème} année, ENIC & SOLVAY S.A. (1997).
- [3] ADAM E., VERGISON E., KOLSKI C., MANDIAU R., Holonic user driven methodologies and tools for simulating human organizations. *ESS'97 European Simulation Symposium*, University Of Passau, Germany, october (1997).
- [4] KOESTLER A., *The Ghost in the Machine*. Arkana Books, London (1969).
- [5] VAN BRUSSEL H., VALCKENAERS P., WYNS J., BONGAERTS L., DETAND J., A Holonic Manufacturing Systems and liM. In *IT and manufacturing partnerships*, J. Brown et al. (Eds.), IOS Press (1996).
- [6] TARDIEU H., ROCHFELD O., COLLETI R., *La méthode Merise, principes et outils, 2ème édition*. Editions d'Organisation (tome 1), Paris (1991).
- [7] RUMBAUGH J. BLAHA M., PREMERLANI W., EDDY F., LORENSEN W., *Object-oriented modeling and design*. Prentice-Hall (1991).
- [8] MORAND B., 3AR : Un modèle Orienté Représentation des Connaissances pour les Systèmes d'Information. *Proceedings INFORSID'93 «Systèmes d'information, systèmes à base de connaissances»*, Lille, 11-14 Mai (1993).
- [9] I.G.L. Technology, *SADT, un langage pour communiquer*. Eyrolles, Paris (1989).
- [10] DUMAS P., CHARBONNEL G., *La méthode OSSAD, pour maîtriser les technologies de l'information. Tome 1 : principes*. Les éditions d'organisation, Paris (1990).
- [11] ERMINE J-L., *MKSM, méthode de gestion des connaissances*, CEA DIST/SMTI (1995).
- [12] PASCOT D., BERNADAS C., L'Essence des Méthodes : Etude Comparative de Six Méthodes de Conception de Systèmes d'Information Informatisés. *INFORSID'93 «Systèmes d'information, systèmes à base de connaissances»*, Lille, 11-14 Mai (1993).
- [13] ADAM E., KOLSKI C., Etude comparative de méthodes de génie logiciel utiles au développement de systèmes interactifs dans les processus administratifs complexes. *Génie Logiciel*, 49, pp. 40-54 (1999).
- [14] KOLSKI C., *Interfaces homme-Machine, application aux systèmes industriels complexes*. Paris : Editions Hermes, Paris (1997).
- [15] ABED M., ANGUE J.C., A new method for conception, realisation and evaluation of man-machine interfaces. *Proceedings IEEE Systems, Man and Cybernetics conference*, San Antonio, USA, 2-5 October (1994).
- [16] NOTTE D., *Le Département de Propriété Industrielle : Etude du domaine*. Rapport interne SOLVAY S.A.& Ergodin (1996).
- [17] GRANSAC J., *Construction d'un Simulateur de Réseau de Petri orienté Objet - Contribution à l'étude de systèmes administratifs complexes*. Mémoire de DESS - Université de Valenciennes & SOLVAY S.A. (1997).