

# Modélisation des interactions entre experts dans un processus de télédiagnostic coopératif

**M.A. Laredj**

Département Informatique,  
Faculté d'informatique et Sciences exactes  
Université de Mostaganem  
E-Mail : [lmadnane@yahoo.fr](mailto:lmadnane@yahoo.fr)

**K. Bouamrane**

Département Informatique,  
Faculté des Sciences  
Université d'Oran - (Es-Sénia)  
E-Mail : [kbouamrane@yahoo.fr](mailto:kbouamrane@yahoo.fr)

**Résumé-** La maintenance est aujourd'hui une activité où la collaboration est fondamentale. En effet, de nombreux acteurs collaborent pour atteindre un but commun : réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation d'un objet. Chacun, ayant ses connaissances personnelles, son savoir faire, et ses pratiques propres. Ainsi, Plusieurs personnes de pays et de professions différents, travaillant pour des entreprises distinctes, peuvent être amenées à travailler ensemble pour la maintenance d'un produit. Ceci n'est pas sans causer de nombreux problèmes. Il faut alors réinventer l'organisation du processus de maintenance et redéfinir les relations que doivent entretenir entre les hommes de métier dans le cadre d'un travail coopératif, au sein duquel les rôles et les positions de chaque acteur doivent être redéfinis. C'est pourquoi nous proposons la spécification d'un modèle workflow pour l'aide à la maintenance coopérative, dont l'objectif principal sera de coordonner les interactions entre les différents acteurs intervenant au sein du processus de maintenance.

*Keywords-E-maintenance, CSCW, Groupware, Workflow, OSSAD, Petri nets.*

## I. INTRODUCTION

Au fur et à mesure de la complexification et de l'automatisation des processus de production, la maintenance est devenue une des fonctions stratégiques de l'entreprise. Loin d'être aujourd'hui stabilisée, elle évolue au gré de l'introduction de nouvelles méthodes de gestion, du développement technologique des outils de production, en particulier dans les domaines de la mesure et du contrôle de fonctionnement, de la systématisation progressive de l'usage des normes et des procédures. L'ensemble de ces facteurs modifie les modes d'organisation de la fonction maintenance, qui converge de plus en plus vers une approche coopérative. Cette dernière occupe dorénavant une part importante, et exige de ce faite, une modélisation rigoureuse permettant par la suite son implémentation.

Dans cet article nous définirons en premier les différentes formes de la maintenance afin de mettre en exergue dans la deuxième partie l'importance de la coopération entre experts lors du diagnostic des pannes. Après la description des différents outils de TCAO (Travail Collaboratif Assisté par Ordinateur) permettant l'implémentation d'une vision coopérative et collaborative de la maintenance. Nous nous

focaliserons sur les « Groupwares » et plus particulièrement les « Workflow » pour leur capacité de coordination de tâches collaboratives. Nous aborderons dans la troisième partie de l'article la problématique du choix du modèle « Workflow » qui se fera en deux étapes. La première phase basée sur un langage systémique « OSSAD » formalisé lors de la deuxième phase par les RDP, permettant ainsi la validation de nos modèles « Workflow » grâce aux propriétés mathématiques des RDP (vivacité, détection de conflit...).

## II. DEFINITION DE LA MAINTENANCE

Les normes NF X 60-010 et 60 011 définissent la maintenance comme l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé. Sur la base de cette définition on peut distinguer deux principaux types de maintenance [8] : le premier, appelé *maintenance préventive*, a pour objet de réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation d'un bien ou d'un service rendu. Les activités correspondantes sont déclenchées selon un échéancier établi à partir d'un nombre prédéterminé d'unités d'usage (*maintenance systématique*), et/ou des critères prédéterminés significatifs de l'état de dégradation du bien ou du service (*maintenance conditionnelle*). Le second type de maintenance, appelé *maintenance corrective*, correspond à l'ensemble des activités réalisées après la défaillance d'un bien, ou la dégradation de sa fonction pour lui permettre d'accomplir une fonction requise, au moins provisoirement : ces activités comportent notamment la localisation de la défaillance et son *diagnostic*, le remise en état avec ou sans modification, le contrôle du bon fonctionnement. Cependant, avec l'avènement des NTIC, la démocratisation d'Internet et l'évolution des moyens et protocoles de communication, de nouvelles formes de maintenance ont vu le jour, telle que la télémaintenance, le télé diagnostic...etc.

## III. TELEMANTENANCE ET E-MAINTENANCE

Elles consistent en la maintenance d'une unité fonctionnelle, assurée par internet ou une télécommunication

directe entre cette unité et un centre spécialisé. elles se caractérisent par :

- un service à distance d'aide au diagnostic et à la réparation.
- un système expert d'aide au diagnostic des pannes.

La télémaintenance et la e-maintenance peuvent se montrer décisives en matière de coûts et de qualité dans certaines configurations matérielles et dans certains domaines d'applications. Dans l'industrie : elles s'appliquent à des systèmes (machines, automates...), reliés par internet ou un réseau de télécommunications à des centres de maintenance. En cas de pannes ou de défaillances de ces systèmes, le centre de maintenance est automatiquement averti et peut déclencher certaines opérations à distance. On évite ainsi, les déplacements coûteux des techniciens spécialisés du fournisseur pour quelques minutes d'intervention. Elles permettent aussi une certaine rapidité et efficacité d'intervention pour répondre à toute demande ponctuelle et assure la sécurité des intervenant dans le cas d'opérations dangereuses sur des lignes hautes tension, ou dans l'industrie du nucléaire.

#### A. *Le Télédiagnostic*

L'interprétation des alarmes déclenchées lors de la phase de surveillance peut être découpée en trois parties :

- **Le filtrage**, dont le but est de limiter la charge d'informations des alarmes, afin d'essayer de ne présenter que les alarmes "intéressantes",
- **la localisation** qui a pour but de caractériser ou d'identifier la situation de dysfonctionnement détectée,
- **le diagnostic** qui a pour but de proposer la cause la plus probable du dysfonctionnement observé. On réserve souvent le terme de panne au résultat du diagnostic. La phase de diagnostic a pour but de rechercher les causes premières des phénomènes observés. Il s'agit donc d'une analyse profonde du procédé. Le télédiagnostic nécessite de connaître le plus d'informations possibles sur le système distant.

#### B. *Maintenance et coopération*

La coopération entre les différents acteurs, paraît être un point important pour effectuer un diagnostic dans les meilleures conditions. Plusieurs plateformes ont vu le jour ces dernières années (TEMIC [5] Telma [10], Proteus [2], SCOOP [14] ) afin d'assister collaboration au sein des opérations de télémaintenance et e-maintenance. Cependant, même si ces dernières permettent d'améliorer la rapidité et la fiabilité des opérations de maintenance, elles n'exploitent pas réellement ou partiellement la coopération et la collaboration entre experts [14], alors que celle-ci peut être un élément décisive dans la détection et le diagnostic des pannes. Puisque ces plateformes insistent souvent sur l'interopérabilité des système (GMAO, SCADA...) ou la communication entre les capteurs physique en délaissant l'aspect humain qui se résume sous la forme d'une pseudo GMAO au travers de demande d'intervention (DI) générées automatiquement à l'aide de

système expert plus adaptés au processus de maintenance préventive que corrective.

C'est dans ce nouveau contexte coopératif, et afin de palier à ces nombreuses déficiences, que nous voulons mettre au point une application d'aide à la télémaintenance coopérative et qui s'appuie sur les résultats des différentes plateformes existantes, tout en représentant une véritable alternative à ces dernières. Basée sur une architecture **Groupware**, elle permettra de mettre sur pied un système opérationnel et autonome, dont l'objectif principal est de coordonner les interactions entre les différents acteurs intervenant au sein du processus de maintenance, la première problématique à surmonter étant de choisir un outils de modélisation et d'implémentation de la coopération au sein d'un processus e-maintenance coopérative.

#### 1) *CSCW (Computer-Supported Cooperative Work)*

Le terme anglo-saxon *CSCW*, "*Computer-Supported Cooperative Work*", est employé dans la littérature pour définir l'ensemble des systèmes informatiques qui facilitent la coopération d'individus autour d'une tâche commune. L'ordinateur y est utilisé aussi bien pour réaliser des tâches qui nécessitent de l'assemblage et de la coordination (la rédaction d'un document), que pour réaliser des tâches fondées sur la communication comme, par exemple, une prise de décision par un groupe (*group decision support system*).

L'autre terme anglo-saxon souvent utilisé en substitution de *CSCW* est « *Groupware* ». Ce terme, initialement employé dans le langage courant des scientifiques américains, a vite connu une utilisation plus universelle dans la littérature informatique. En 1978, Peter and Trudy Johnson-Lenz, pionniers dans le travail coopératif, introduisirent le terme *groupware* pour définir une activité de groupe intentionnelle augmentée d'un support logiciel permettant sa réalisation.

#### 2) *Les Groupware (Collectifiel)*

Le domaine du Travail Coopératif Assisté par Ordinateur (TCAO) a pour thème d'étude les collectifiel (le terme employé dans la communauté française pour désigner *groupware*). Dans ce cadre, de nombreuses définitions ont été proposées pour caractériser un collectifiel dont nous citons la plus courante, celle de C. Ellis : "*Computer-based systems that support groups of people engaged in a common task (or goal) and that provide an interface to a shared environment.*", "*Les collectifiels sont des systèmes informatiques qui assistent un groupe de personnes engagées dans une tâche commune (ou but commun) et qui fournissent une interface à un environnement partagé.*" .

La classification Espace-Temps de collectifiel repose sur deux caractéristiques, à savoir où et quand une action est exécutée par un des utilisateurs par rapport aux autres utilisateurs. Il s'agit de la classification la plus largement

adoptée dans le domaine du TCAO, nommée Espace-Temps ou matrice Espace-Temps.

La classification présentée à la figure ci-dessus est celle de J. Grudin (Grudin, 1994), elle a mis la lumière sur un type particulier de groupware, dédiés à la gestion de processus (industriels, commerciaux, administratifs, etc.) et à la coordination des différents intervenants au cours de ce même processus. Connue sous le nom de « **Workflow** », ce type de groupware a la charge de veiller à la bonne circulation des documents et des informations entre les différents intervenants aux moments clés d'un processus coopératif tel que la maintenance coopérative. C'est pourquoi nous avons choisi de l'utiliser pour mettre en œuvre notre système. Nous proposons un système **Workflow** qui automatisent la gestion et la coordination des flux d'information suivant des modèles préétablis. Les tâches de traitement de l'information passent d'une personne à une autre selon un circuit conditionnel bien défini. Chaque acteur (technicien, expert...) du circuit réalise sa tâche sans avoir besoin de se préoccuper de ce qui a été fait avant et de ce qui devrait être fait après. L'application présente à l'utilisateur les informations nécessaires pour effectuer sa tâche, avant que le processus ne suive son cours vers l'étape suivante. Du moment où la personne « prend » la tâche.

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

- *un guidage rigoureux des procédures* : le guidage de l'enchaînement des tâches garantit l'exécution d'une affaire conformément au plan de travail.

- *un contrôle du flux de travail* : les logiciels de workflow permettent de suivre l'état d'avancement d'une affaire étape par étape et de détecter rapidement d'éventuels goulots d'étranglement correspondant à l'accumulation de travaux en attente sur un poste.

- *un maximum d'automatisation* : les pertes de temps dues à se déplacer, rechercher, photocopier, distribuer et classer les documents sont considérablement diminuées.

Les logiciels de workflow offrent aussi la possibilité d'automatiser toutes les opérations pour lesquelles une intervention humaine n'apporte pas de réelle valeur ajoutée.

#### IV. SPECIFICATION (MODELISATION) DU WORKFLOW

La spécification des applications Workflow implique de décrire précisément sous forme de modèles, les acteurs impliqués dans la réalisation d'une tâche coopérative, la structure des interactions qui unissent ces acteurs, la nature des informations qu'ils échangent et la dynamique des traitements qui doivent être effectués. Néanmoins, chaque année, des dizaines de workflow sont spécifiés dans les entreprises. Dans le meilleur des cas, l'équipe de développement se base sur une méthode rigoureuse de spécification issue du Génie Logiciel. Mais bien souvent, elle se base sur une méthode « maison », issue d'une adaptation d'une ancienne méthode (telle que SADT par exemple) [11]. Il est alors fréquent de constater que

les systèmes interactifs développés posent de nombreux problèmes d'utilisabilité, ne répondent pas toujours aux besoins des utilisateurs, et sont souvent mal adaptés à l'organisation du travail [9] Ceci est dû à une inadéquation entre les méthodes utilisées et l'objectif visé. Cette nécessité d'adapter les méthodes résulte du fait qu'il n'existe pas de méthode unique de modélisation et de spécification de workflow. Les développeurs qui ressentent un manque lors de l'application de « leur » méthode à une nouvelle situation tentent alors de l'améliorer selon leurs propres critères. Il en a découlé alors, un foisonnement de méthodes personnelles manquant souvent de cohérence sur certains aspects de spécification.

##### A. *Choix du modèle workflow*

Pour mener à bien la modélisation et la spécification du processus de télédiagnostic, il nous faut d'abord trouver la meilleure organisation du travail de manière à fournir à chaque acteur les moyens technologiques qui assistent ou automatisent son travail individuel tout en lui permettant de communiquer avec les autres afin de coordonner les différentes activités et atteindre ainsi l'objectif global [13]. Une méthode complète devrait :

- Etre suffisamment générale pour permettre de modéliser n'importe quel processus métier (même s'il comporte des étapes qui ne peuvent pas à priori être mises en œuvre par un workflow),

- prendre en charge l'analyse depuis l'identification des processus jusqu'à la modélisation des procédures dont on veut automatiser le déroulement,

- raisonner sur les objectifs à atteindre et non sur les fonctions réalisées par les différents services d'un organisme,

- permettre d'aborder des organisations complexes dont les processus ne sont pas clairement définis. Une approche systémique est dans ce cas requise [13].

L'étude comparative des méthodes de modélisation issues de génie logiciel (Merise, SADT, SART, OMT et OOM...etc) [13] nous a permis de conclure que ces dernières sont toutes orientées vers la structuration des données et des traitements automatisés, négligeant ainsi les aspects organisationnels qui y sont envisagés que d'une façon parcellaire, ce qui nous a conduit à pousser nos investigations vers des méthodes moins utilisées ou plus récentes et qui correspondent plus à nos attentes. C'est ainsi que nous avons découvert la méthode OSSAD (Chapellet, 2000) qui est orientées vers l'organisation du travail des hommes plutôt que vers l'organisation des données et l'automatisation des traitements.

##### B. *La méthode OSSAD*

La méthode OSSAD (Chapellet, 2000) (Office Support Systems Analysis and Design) a été développée lors du programme ESPRIT (European Strategic Programme for Research in Information Technology) conduit de 1985 à 1990 par une équipe multinationale de consultants, d'universitaires et

d'usagers des technologies de l'information. Il s'agit d'une approche systémique qui aide à comprendre comment les gens travaillent ensemble, en incluant les personnes dans le système à concevoir. OSSAD s'intéresse donc avant tout au fonctionnement organisationnel. C'est une méthode qui permet d'analyser comment différentes personnes coordonnent leurs tâches en vue de fournir un résultat global. Elle vise à :

- Fournir aux différentes parties prenantes un cadre de référence conceptuel et une organisation du travail pour leur permettre de conduire un projet.

- Permettre d'adapter le cadre général à chaque situation particulière.

- Fournir les outils de modélisation du travail tertiaire ou administratif.

- Permettre de concevoir en interaction (et non séparément) les sous-systèmes techniques et humains,

- Proposer de nouvelles opportunités de dialogues entre les managers, les techniciens, les utilisateurs des moyens technologiques.

Cette méthode propose une démarche qui se fait en trois étapes. Trois niveaux différents sont donc établis: *abstrait*, *descriptif* et *prescriptif*. Ils répondent chacun à des besoins bien délimités :

NIVEAU	ROLE	BUTS
Abstrait	modélisation des objectifs	Qu'est ce qui doit être fait ou atteint ?
Descriptif	modélisation des moyens	Comment réalise-t-on les objectifs ? Avec quoi et qui ?
Prescriptif	spécification du workflow	Comment sont automatisés les moyens mis en oeuvre ?

TABLE I. Les niveaux de modélisation d'OSSAD

#### V. MODELISATION DE LA COOPERATION AU SEIN D'UN PROCESSUS DE TELEDIAGNOSTIC

Notre modélisation se base sur l'algorithme de gestion de la coopération d'un groupe d'experts proposé par Boussedjra [3] pour établir le diagnostic et la maintenance des pannes détectées. L'algorithme gère l'organisation du groupe, et la communication entre experts, il s'appuie pour cela sur les hypothèses suivantes :

- Chaque ensemble regroupé pour le traitement d'une panne déclarée par un technicien constitue un groupe.
- A tout instant, un seul membre du groupe diffuse ses données et tous les autres membres doivent être en attente.
- Les experts sont polyvalents ou généralistes (ils ne connaissent pas les installations).

- Le site coopérant ne peut être en état de diffusion que s'il a eu une autorisation du coordinateur.
- A tout instant, une et une seule personne est autorisée à parler ou diffuser des données

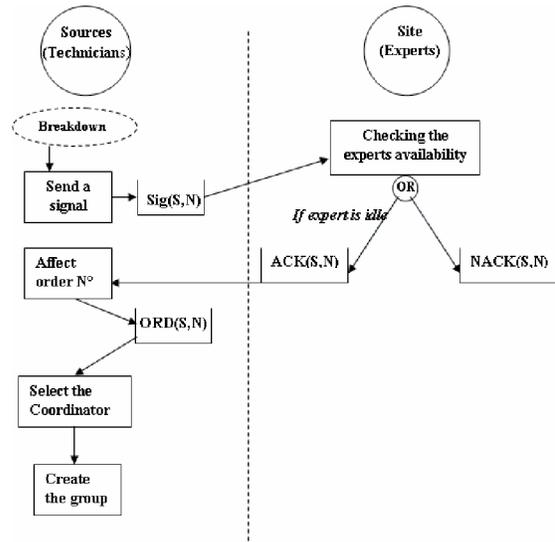


Figure 1. Model d'opération du processus de construction d'un groupe

1. **La création d'un groupe** est initiée par le technicien.
2. **L'attribution de numéro d'ordre** est faite ensuite selon le temps d'arrivée des messages d'accquitement. Le groupe construit est composé de deux sous-groupes : Le premier contient les experts coopérants pour la résolution de la panne et un coordinateur. Ce sous groupe est actif : échange de données entre les membres avec un coordinateur. Le deuxième sous groupe est constitué des membres du groupe actif et du technicien (ce sous groupe est optionnel).
3. **Le choix du coordinateur** du groupe est fait en fonction de la qualité du réseau entre lui et le site de la panne. Le rôle du coordinateur est de jouer le rôle d'interface de communication entre les membres du groupe et le monde extérieur (site défaillants ou autre groupes coopérants).
4. **La dissolution d'un groupes** d'expert construit peut intervenir afin de répondre à l'ensemble des pannes déclarées. Un groupe d'experts peut être construit en affectant des experts libres à la panne déclarée
5. **le traitement d'une nouvelle panne B** si tous les experts sont occupés sur une panne A, se fera comme suit :- Si le traitement d'une panne A en cours est terminé, alors la nouvelle panne B est traité immédiatement et le groupe est reconstruit. Si le traitement n'est pas encore fini, mais qu'une affectation d'un ou plusieurs experts à la panne déclarée B est possible, alors deux nouveaux groupes sont construits, l'un pour le traitement de la panne B et l'autre pour le traitement de la panne A. Sinon, la panne déclarée B ne peut pas être traité, alors elle est

enregistrée dans une file d'attente comme un prochain travail.

6. **L'affectation pour un nouveau groupe d'expert** peut se faire en fonction des numéros d'ordre des experts (en affectant au nouveau groupe existant) ou par décision du coordinateur de chaque groupe.
7. **L'ajout d'un membre** se fait par un appel ou une invitation du groupe par l'intermédiaire de son coordinateur, ou alors par une demande d'un site libre voulant rejoindre le groupe. Tant que les deux sites ne sont pas d'accord (réception d'accusés de réception positifs), le membre ne rentre pas dans le groupe.
8. **La gestion de l'exclusion mutuelle** est prise en compte grâce aux demandes d'autorisations grées par les coordinateurs et les numéros d'ordre des coopérants. Les demandes classées par importance sont parfois insérées dans des files d'attente.

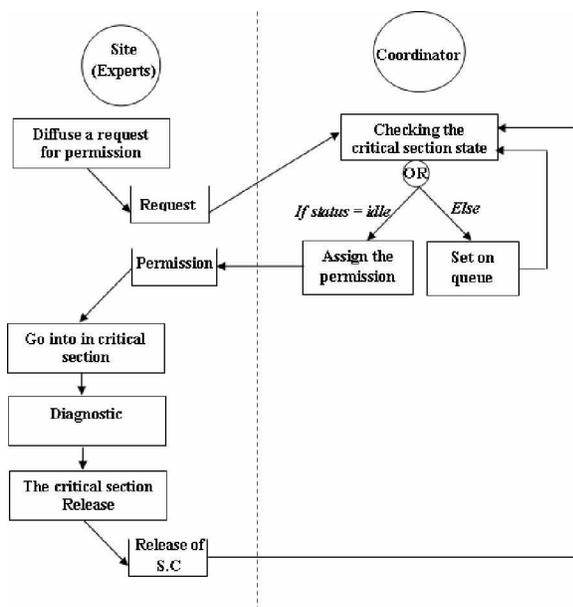


Figure 2. Model d'opération du processus d'Exclusion mutuelle

#### A. Le Modèle prescriptif (workflow)

Les modèles descriptifs d'opération ne constituent pas (en l'état) une spécification autorisant la génération d'applications de workflow. J.L Chapellet [4] a introduit un niveau supplémentaire *prescriptif* dans OSSAD, ce dernier étend le modèle d'opérations par la spécification de ce qui sera automatisé dans un workflow. Ceci est résumé dans les concepts de : *Document*, *État* de document, *Structure* de document, *contrainte* d'interdiction ou d'obligation, *Délai* de réalisation d'une opération, *Sélection* et *Notification*.

La transformation d'un modèle descriptif en un modèle prescriptif se fait selon la démarche suivante :

1. identifier les ressources qui seront informatisées. Ces ressources deviennent des documents.
2. spécifier les changements d'état de ces documents dans les flux opératoires (y compris les changements calculés par le système de gestion de workflow),
3. spécifier les contraintes entre opérations, si nécessaire,
4. déterminer les états pour lesquels il est nécessaire de sélectionner l'acteur ou les acteurs devant réaliser l'opération suivante. Cette sélection peut être associée à une notification par un message électronique. Les notifications sont recommandées soit, pour des utilisateurs occasionnels d'une application, soit pour des utilisateurs travaillant sur plusieurs applications de workflow.
5. mentionner les délais de réalisation des opérations, si nécessaire,
6. spécifier la structure (champs et sections) des documents.

#### B. Génération des Réseaux de pétri à partir des modèles OSSAD

Il a été souvent reproché aux modèles workflow l'absence de possibilité de vérification et de simulation dus principalement au manque de formalisme et le modèle perspectif (workflow) d'OSSAD n'est pas à l'abri de ces critiques, puisque, et de par la volonté de ses concepteurs, OSSAD est une méthode relativement simple, et dont l'interprétation est peu formalisée pour qu'on puisse espérer la prendre en compte, pour effectuer des analyses, des vérifications ou pour simuler un modèle. Pour palier à ces carences, Van Der Aalest a introduit dans [15][16] la notion de WF NET, des workflows basés sur une modélisation par réseaux de petri. L'argumentation de Van Der Aalest s'est basé sur le fait que les RDP sont un langage graphique intuitive et qui abouti à des modèles workflow dont la définition est claire et précise. De plus, ces dernières années, beaucoup de recherches ont été menées sur les propriétés mathématiques des différentes variantes de RDP, ce qui a engendrer un foisonnement de méthodes et techniques d'analyse de RDP qui ont été d'un grand apport à la modélisation workflow. Puisque ces techniques, ont permit de prouver les propriétés des modèle (vivacité, conflit, invariant...) ainsi que de mesuré les performances à travers divers outils d'analyse et de simulation.

Cependant, on ne peut nous permettre de laisser à l'utilisateur finale la charge de créé des réseaux de Petri qui sont plutôt l'apanage d'expert chevronnés dans le domaine de la modélisation informatique et mathématique. C'est pourquoi, on utilisera les fondements théoriques du formalisme « ossadien » afin de générer automatiquement des réseaux de Pétri où **Les états** (d'un Rôle, d'une Ressource ou d'un Outil) seront interprétées comme des « **places** » et **Les Opérations** (de ce même modèle), représentées habituellement par des carrés seront interprétées comme des « **transitions** ». Les réseaux de Petri ainsi obtenues, auront une syntaxe bien définie et une interprétation logique. Ils permettront de représenter les

inter- dépendances entre opérations en termes de séquence, de disponibilité, de parallélisme ou simultanéité (ET), de conflit ou exclusivité (OU).

Remarque. — *Dans certains cas, pour simplifier, les places (cercles) ne sont figurées qu'en début et en fin, ainsi que pour les « OU ».*

### 1) .Vérification des propriétés propriétés d'un RDP

L'évolution d'un RdP se fait par franchissement de transitions. Lorsqu'au cours de son évolution, certaines transitions ne sont jamais franchies, Cela indique que le sous système modélise par cette ne fonctionnera pas. Il y a donc un problème au niveau de la conception du système. L'idée est d'être capable de détecter systématiquement ce phénomène par l'analyse de propriétés du modèle RdP du système afin de disposer d'un outil d'aide à la conception des systèmes.

Pour vérifier les différentes propriétés de nos modèles et simuler la circulation des jetons afin de détecter les éventuelles conflits structurels nous avons choisi d'utiliser l'application **PetriParc**<sup>1</sup>.

## VI. CONCLUSION

La Maintenance de manière générale et la diagnostic en particulier sont des processus nécessitant une grande **coordination**, une **collaboration** intense puisque les acteurs sont répartis aussi bien géographiquement que temporellement. Il nous semble alors légitime de choisir d'implémenter un système workflow pour assister le travail coopératif d'une équipe de maintenance. Il faut cependant prendre en compte que le workflow, contrairement aux autres applications informatiques traditionnelles, ne contribue pas à l'automatisation du travail des ordinateurs, mais à l'automatisation du travail humain accompli au travers de multiples interactions de coopération et de coordination. Au-delà des traitements transactionnels propres aux ordinateurs, le workflow s'attache à assister l'homme dans ses interactions avec d'autres hommes via les ordinateurs. Ainsi, si l'informatique de gestion s'attache à automatiser les processus dans une perspective centrée sur les données et les informations associées. L'informatique quant à elle de communication (dont fait partie de workflow), s'intéresse aux interactions humaines et aux comportements de communication sous-jacents. Les processus bénéficiant le plus de ces technologies sont donc ceux basés sur la communication et la collaboration en vue de l'accomplissement de l'objectif de ce processus, dans notre cas, la maintenance, cette nuance nous a conduit à choisir un double langage de modélisation OSSAD /RDP pour la spécification du Workflow, nous permettant ainsi d'avoir à la fois une facilité de d'utilisation grâce au premier et une précision de formulation ainsi que l'opportunité d'analyse et de simulation pour le second.

## VII. BIBLIOGRAPHIE

- [1] Attali, Isabelle , Rémi Bastide, Mireille Blay, Anne-Marie Dery, Philippe Palanque « *Spécification formelle et approche objet pour les applications Workflow* »
- [2] Bangemann Thomas, Rebeuf Xavier, Reboul Denis, Schulze Andreas, Szymanski Jack, Thomesse Jean-Pierre, Thron Mario, Zerhouni, Noureddine "PROTEUS : Creating distributed maintenance systems through an integration platform". *Computers in Industry* 57 (2006) 539–551
- [3] Boussedra M « la gestion de l'information pour la télémaintenance et le télédiagnostic coopératif ». Mémoire de DEA. LIFC 2001.
- [4] Chappellet, Jean-Loup André Le Grand « Modélisation, simulation et génération d'applications de workflow pour l'internet » / Working paper de l'IDHEAP 1/2000
- [5] Garcia E, H. Guyennet, J.C. Lapayre, N. Zerhouni « A new industrial cooperative tele-maintenance platform". *Computers & Industrial Engineering* 46 (2004) 851–864
- [6] Grudin, Jonathan.(1994) "CSCW: History and Focus". *Journal, IEEE Computer*, 1994, volume 27, numéro 5, pages 19-26, IEEE.
- [7] Helander M., Landauer T.K., Prabhu P., *Handbook of Human-Computer Interaction*. Elsevier Science Publishers, 1997.
- [8] Kefer H: « la maintenance distribuée : concepts évaluation et mise en œuvre » thèse de Phd. Faculté des sciences et de Génie, université Laval, Québec. Octobre 2001
- [9] Kolski C., Interfaces homme-Machine, application aux systèmes industriels complexes (2<sup>ème</sup> édition revue et étendue). Paris : Editions Hermes, 1997.
- [10] Levrat E, B. Salzemann, F. Clanché « TELMA : Plate-forme d'intégration de télémaintenance pour l'enseignement et la recherche ». *CETSI'2005*, Nancy, 25-27 octobre 2005
- [11] Livari J., Maansaari J., "The usage of systems development methods: are we stuck to old practices ?" *Information and software technology*, 40, 1998, pp. 501-510
- [12] Muller, Alexandre, Adolfo Crespo Marquez, Benoit Iunga. "On the concept of e-maintenance: Review and current research". *Reliability Engineering and System Safety*, Elsevier 2007.
- [13] Nurcan, Selmin « Analyse et conception de systèmes d'information coopératifs » - *Université Paris 1 – Sorbonne – 1996*.
- [14] Saint-Voirin David, Christophe Lang, Hervé Guyennet, Noureddine Zerhouni "Scoop Methodology : Modeling, Simulation And Analysis For Cooperative Systems". *JOURNAL OF SOFTWARE*, VOL. 2, NO. 4, Octobre 2007
- [15] Van der Aalst. "Three Good reasons for Using a Petri-net-based Workflow Management System." In S. Navathe and T. Wakayama, editors, *Proceedings of the International Working Conference of Information and Process Integration in Enterprises (IPIC'96)*, pages 179–201, Cambridge, Massachusetts, Nov 1996.
- [16] Van der Aalst. "Verification of Workflow Nets". In P. Azema and G. Balbo, editors, *Application and Theory of Petri Nets 1997*, volume 1248 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 407–426. Springer-Verlag, Berlin, 1997.

## VIII. ANNEXE

<sup>1</sup> [www.univ-valenciennes.fr/GDR-MACS/outils.php?id=15](http://www.univ-valenciennes.fr/GDR-MACS/outils.php?id=15)

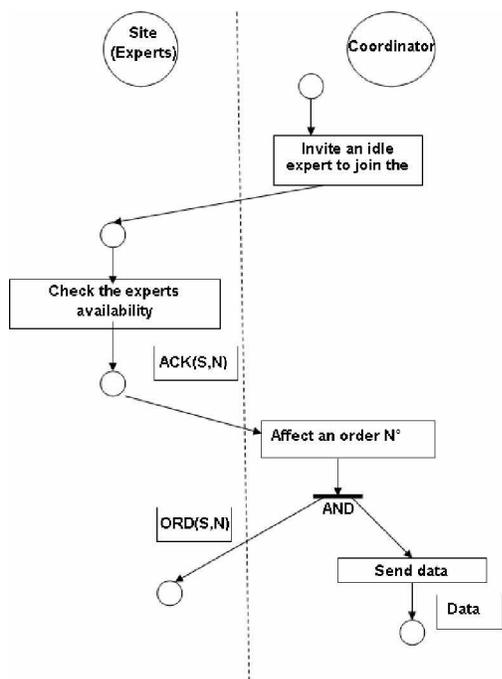


Figure 3. Modèle RDP correspondant au modèle d'opération « Ajout d'un nouveau membre par invitation

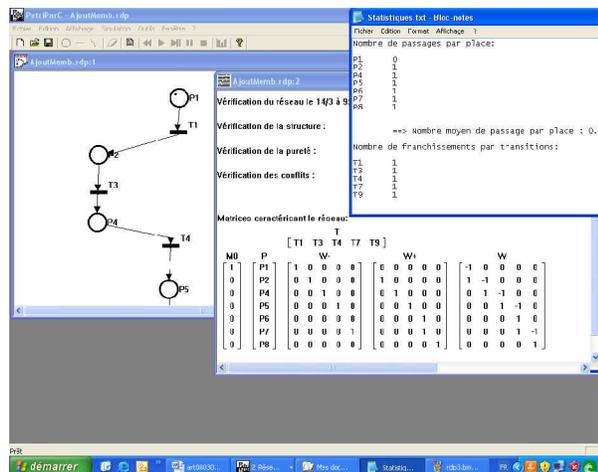


Figure 4. Vérification des propriétés du modèle réseau de Petri (non borné) correspondant au modèle d'opération « Ajout d'un nouveau membre par invitation avec le logiciel PetriParc