

ATHANOR

Une approche de gestion de connaissances procédurales pour la maintenance de systèmes complexes

Fabrice Guillet*, Vincent Philippé**, Jacques Philippé*,**, Dominique Follut**

*LINA - Ecole polytechnique de l'université de Nantes, rue C. Pauc, 44087 Nantes.
Fabrice.Guillet@polytech.univ-nantes.fr

**PERFORMANSE SA - Atlanpôle - La Fleuriaye BP703 44481 Carquefou.
{Vincent.Philippe, Jacques.Philippe, Dominique.Follut}@performanse.fr

Résumé. Un grand nombre d'entreprises sont confrontés à des problèmes stratégiques de gestion des connaissances, d'autant plus critiques que les connaissances portent sur des systèmes complexes, qui nécessitent la mise en œuvre d'une démarche instrumentalisée intégrant le déploiement d'une plateforme opérationnelle dans le système d'information de l'entreprise. C'est dans ce cadre que s'inscrit la démarche Athanor pour la maintenance de systèmes complexes. En nous inspirant des méthodes de capitalisation et de formalisation des connaissances pour la conception de mémoires organisationnelles, nous avons conçu un serveur de connaissances orienté processus qui implémente les services de capitalisation-évolution des connaissances, d'aide à la décision pour le diagnostic, et de formation, en conjonction avec des modèles en réalité virtuelle des machines de tri et une documentation électronique. Cet outil, fondé sur trois modèles structurés et en interrelation, utilise un support universel, Internet, pour son déploiement. Une implantation d'Athanor sur un système complexe a été réalisée à La Poste : SAMANTA (Système d'Aide à la MAiNtenance des Trieuses Automatiques).

1. Introduction

Un nombre croissant d'entreprises sont confrontées à des problèmes stratégiques de gestion des connaissances : érosion de leurs experts pour diverses raisons (pyramide des âges, mobilité, ...), accélération des cycles technologiques, accroissement de la durée de vie des produits, et réutilisation des connaissances. Ces problèmes s'avèrent d'autant plus difficiles à résoudre que d'une part les systèmes à gérer possèdent des structures complexes (assemblages d'un très grand nombre de composants, multiplicité des technologies, des fonctions, et des utilisateurs/acteurs), que d'autre part les sources de connaissances relatives à ces systèmes sont fragmentaires et multiples (experts, techniciens, documentation techniques, fiches de maintenance, GED, bases de données...), et qu'enfin les connaissances les plus proches des cœurs de métiers sont souvent de nature procédurale (expertise processus) et tacite. C'est dans ce contexte de passage à l'échelle sur des systèmes complexes que s'inscrit notre serveur Athanor pour la gestion des connaissances.

Les besoins exprimés sont lourds et nécessitent la mise en œuvre d'une démarche complète de gestion des connaissances, de la phase de recueil jusqu'à la phase de déploiement. Ces besoins dont les enjeux principaux ([Dien et al., 1999]) sont la capitalisation, la diffusion et l'innovation, peuvent être récapitulés ainsi :

- recueillir les connaissances, la formaliser, puis la mémoriser, en tenant compte de la multiplicité des sources de connaissances
- diffuser/déployer les connaissances recueillies, en tenant compte des moyens de diffusion ;
- faciliter l'évolution/maintenance des connaissances afin d'assurer leur pérennité ;
- accélérer l'appropriation des connaissances en tenant compte des usages.
- simplifier le transfert de connaissances, en intégrant des fonctionnalités pédagogiques (formation de nouveaux experts...).

En réponse à ces besoins, une première possibilité consiste à mettre en œuvre une démarche classique de construction d'une mémoire organisationnelle de type documentaire, en s'appuyant sur une méthode de formalisation des connaissances (MKSM [Ermine et al., 1996], REX, KADS [Schreiber et al., 1994]). Après avoir délimité les connaissances utiles, généralement celles relative au cœur de métier d'une entreprise, puis procédé au recueil des connaissances par des interviews, cette démarche aboutit à la rédaction d'un document, le livre des connaissances, capitalisant l'ensemble des connaissances relatives à un système. Une des difficultés rencontrées, réside dans le fait que le livre de connaissances a été conçu pour répondre au besoin de capitalisation des connaissances et qu'il s'avère mal adapté aux autres besoins liés à son opérationnalisation (déploiement, maintenance, transfert, ...)

Une seconde possibilité, plus opérationnelle, est de concevoir une documentation technique intelligente [Pham et al., 1999] offrant un support plus évolué pour les sources documentaires techniques. L'originalité de cette approche est de franchir la passivité traditionnelle des documents, non seulement en lui choisissant un support de présentation électronique multimédia plus interactif, diffusable et maintenable, mais aussi en y couplant un système à base de connaissances capable de fournir en ligne une activité d'aide à la décision grâce à des connaissances activables (procédures de diagnostic, de maintenance, ...). Bien qu'elle permette un meilleur déploiement des documents techniques, cette approche n'accorde toutefois qu'un statut secondaire à la connaissance activable et privilégie les connaissances documentaires statiques à l'instar du livre des connaissances.

Aussi, dans la prolongation des démarches précédentes, nous proposons une nouvelle approche, ATHANOR, orientée vers le déploiement et l'opérationnalisation de connaissances portant sur des systèmes complexes. L'approche ATHANOR est fondée sur un serveur de connaissances qui permet la capitalisation, la diffusion et le maintien de la connaissance sous forme multimédia et activable ([Penalva, 2000]), et intègre des services d'aide à la décision, et de formation, en conjonction avec des modèles en réalité virtuelle des systèmes et une documentation électronique nécessaire dans le cadre des systèmes complexes.

Dans cet article, nous présenterons les caractéristiques du serveur de connaissances ATHANOR à travers les trois modèles couplés qu'il incorpore, ainsi que son architecture modulaire dont chaque module offre une vue dédiée sur les modèles. Nous détaillerons plus particulièrement le modèle processus et la représentation graphique qui lui est associée. Puis nous présenterons deux modules entretenant de fortes relations avec les trois modèles et en association avec les représentations en réalité virtuelle et la documentation électronique : le module Expert qui permet l'édition et le maintien des connaissances, et le module Praticien

activant les connaissances en mode résolution de problème pour l'aide à la décision. Enfin nous montrerons l'intérêt du module Manager permettant, à travers des indices numériques, de surveiller la qualité des connaissances décrites dans les modèles.

2. Les modèles de connaissances d'ATHANOR

Le serveur de connaissances ATHANOR est fondé sur trois modèles principaux permettant de décrire les connaissances selon trois points de vue complémentaires : un modèle processus orienté vers les processus métiers (comment), un modèle organique du système supportant les processus (quoi), et un double modèle compétences/organigramme (qui). A un niveau plus global, ces trois modèles entretiennent de fortes interrelations afin d'exprimer la richesse multidimensionnelle des connaissances : les connaissances concernent des processus portant sur des composants d'un système dont la manipulation nécessite des compétences mises en oeuvre par des individus (Fig 1).

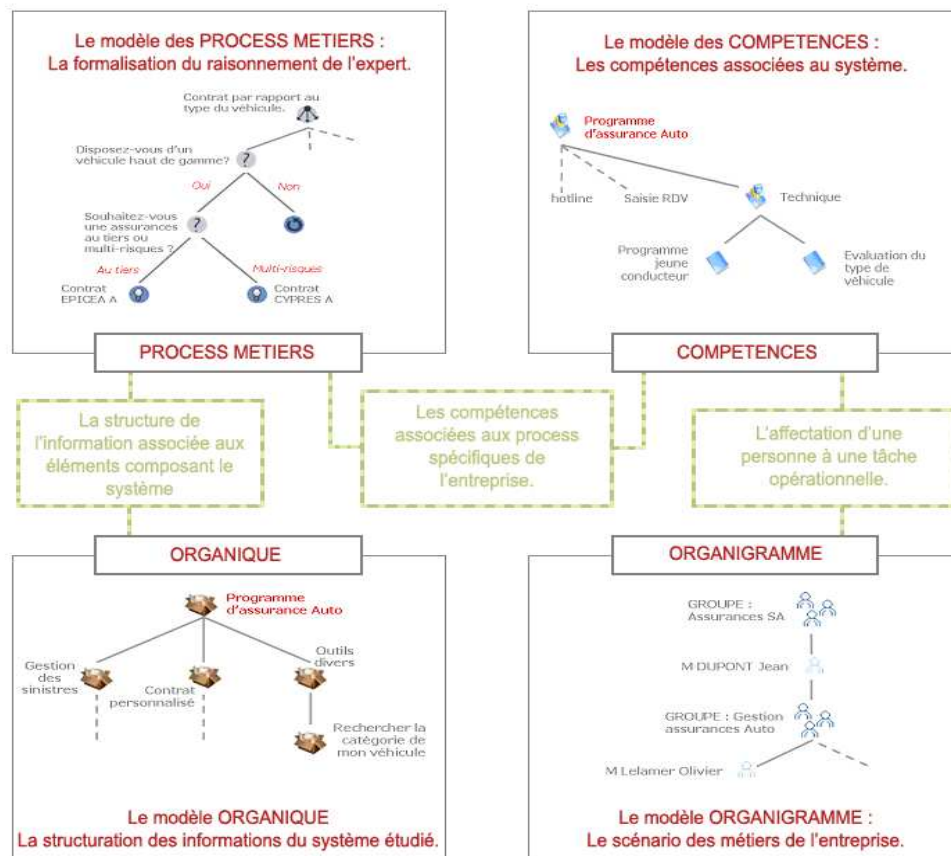


Fig. 1 – Les modèles et leurs interactions

Plus précisément, le modèle processus a pour objet la description de processus métier pratiqués par des experts. Il permet de maintenir des connaissances de nature procédurale qui

sont décomposées en un enchaînement d'étapes. Chaque étape y est décrite en fonction de ses propriétés, et l'enchaînement des étapes traduit des règles de raisonnement. Le modèle organique permet de décrire la structure du système à travers sa décomposition en une hiérarchie de composants et de groupe de composants. Enfin, le double modèle compétences/organigramme permet de décrire d'une part une hiérarchie de compétences requises pour mener les étapes du processus, et d'autre part la hiérarchie des acteurs et de leurs compétences acquises sur le système. Chaque compétence est définie en terme de savoir, savoir-faire et savoir-être.

Dans un souci de simplification de l'accès à cet ensemble de modèles, ceux-ci sont conçus afin de disposer d'une représentation graphique canonique : un arbre ou un graphe.

3. Le Serveur de Connaissances ATHANOR

D'un point de vue plus technique, le serveur de connaissances ATHANOR est conçu de manière modulaire et extensible, et s'appuie sur un support technique universel, Internet, facilitant le déploiement des connaissances. Plus précisément, l'architecture technique comporte en son cœur un serveur de connaissances gérant une base de connaissances, et en périphérie un ensemble de modules graphiques proposant différentes vues fonctionnelles sur les modèles (cf. fig. 2) :

- Un module *Praticien* pour activer les connaissances en mode résolution de problème,
- Un module *Expert* pour décrire et mettre à jour les modèles et leurs associations,
- Un module *Manager* pour surveiller avec un tableau de bord la base de connaissance et son utilisation,
- Un module *Pédagogue* pour consulter les connaissances sous forme graphique commentée.

En complément, un ensemble de modules additionnels sont proposés pour faciliter à la fois l'intégration d'ATHANOR dans un système d'information préexistant et y promouvoir son utilisation :

- Un module *réalité virtuelle* en liaison avec le modèle organique, pour l'utilisation de représentations en trois dimensions du système supportant les connaissances,
- Un module de *communication*, qui permet aux utilisateurs s'échanger des informations,
- Un module de *gestion de groupes*, qui permet gérer les utilisateurs et leurs droits d'accès,
- Un module d'*expertise nomade*, générant une version allégée des modèles pour des périphériques tel qu'un PDA,
- Un module d'*accès au système de gestion documentaire du SI*, permettant le référencement de documents externes dans la base de connaissances.

La gestion de la complexité des systèmes sur lesquels porte les connaissances est facilitée par l'utilisation des représentations graphiques associées aux trois modèles, afin d'assurer la lisibilité et l'appropriation des connaissances. Les modules Expert et Pédagogue permettent d'organiser les connaissances procédurales, d'appréhender la complexité structurelle du système, et de gérer les compétences associées à ces modèles. Le module Manager, sorte de tableau de bord sur la base de connaissances, a deux objectifs : l'un est d'offrir une synthèse sur la structure de la base elle-même, c'est l'étude de la structure *statique* des connaissances,

et l'autre, considère son aspect *dynamique*, la manière dont elle évolue au fur et à mesure des utilisations. Le module Praticien est accessible à tous les utilisateurs. Il permet d'actionner la base de connaissances, en déroulant les processus métiers par un jeu de questionnement, et suivant une problématique de résolution de problème.

Chacun de ces modules possède sa propre interface graphique avec l'utilisateur et est conçu comme un client séparé fonctionnant dans un navigateur web, s'appuyant sur les technologies de l'Internet (dhtml, java, ...) et communiquant par requêtes avec le noyau Apache/Prolog du serveur de connaissances. En interne, le serveur de connaissances maintient les modèles de connaissances dans des bases de connaissances opérationnelles implémentées en prolog. Cette implémentation en prolog est transparente pour les utilisateurs et est totalement cachée par les interfaces graphiques des différents modules. Ce choix du langage Prolog pour l'implémentation du serveur a l'avantage de faciliter la gestion interne des connaissances recueillies, mais surtout de réaliser un stockage opérationnel des connaissances permettant leur activation à travers des moteurs d'inférence en mode résolution de problèmes. Il offre également de grandes perspectives d'extension du modèle actuel de connaissances.

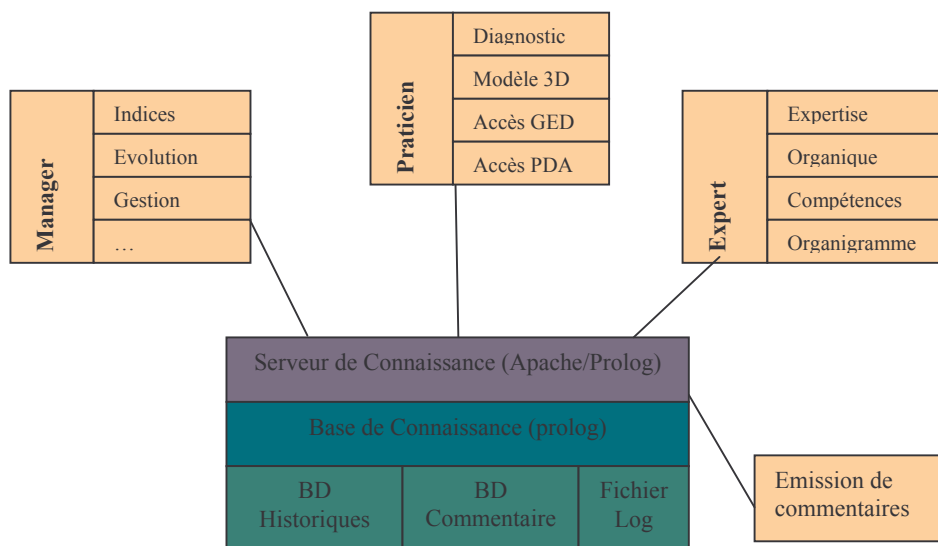


Fig. 2 – Architecture Modulaire du Serveur de Connaissances

Enfin, en réponse au besoin de *diffusion des connaissances*, le choix Intranet/Apache facilite l'accès au serveur de connaissances sur un réseau d'entreprise. Il permettra aussi d'en observer l'utilisation par analyse des fichiers log, à l'aide de techniques de découverte de connaissances.

4. La Formalisation Graphique des Connaissances : le modèle processus

Ainsi que les modèles *organique* et *compétences/organigramme*, le modèle *processus* dispose d'une représentation graphique canonique : un graphe. Ce modèle permet de représenter des connaissances procédurales liées à un savoir-faire sous la forme d'un processus décomposé en une suite d'étapes à mener. Ainsi, dans le cas d'un diagnostic, chaque étape consiste à tester des hypothèses sur l'état des composants ou des fonctionnalités du système. L'enchaînement des étapes suit une logique d'efficacité : des hypothèses les plus simples aux plus complexes.

Le graphe du processus est appelé *logigramme* (Fig 3), et le raisonnement de l'expert s'y traduit par un parcours du graphe depuis sa racine (de haut en bas et de gauche à droite). Chaque étape du raisonnement correspondant à un sommet de ce graphe. Cette représentation graphique peut être vue comme une généralisation des arbres de décision et des arbres de défaillance, les enrichissant de sommets structurants afin de prendre en compte le modèle de raisonnement des experts.

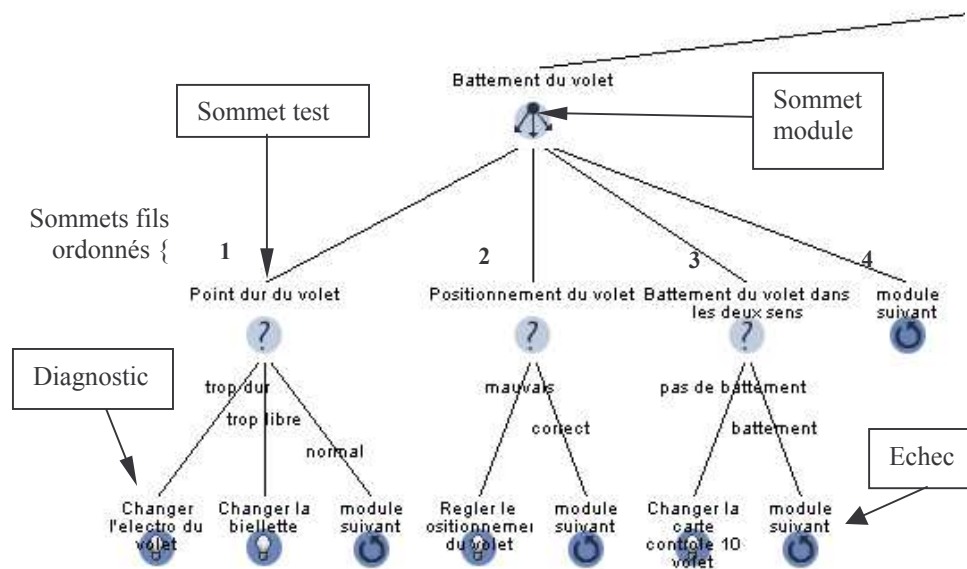


Fig. 3 – Représentation par logigramme du modèle processus

En complément de cette logique d'enchaînement portée par la structure globale du logigramme, nous avons défini quatre types de sommets dont la sémantique diffère. Les deux premiers types sont des sommets intermédiaires structurants :

- Les sommets *test* associés à une variable, typiques des arbres de décision, dont les fils ne sont pas ordonnés, mais dont chaque arc est associé à une valeur de la variable. La variable est généralement associée à l'état de fonctionnement dans lequel se trouve un élément du système à diagnostiquer.

- Les sommets *module*, absents des arbres de décision et de défaillance, dont les fils sont ordonnés de gauche à droite et généralement du plus simple au plus complexe, au sens de l'expert. Chacun de ces sommets permet de définir un module de connaissances.

Les sommets *module* permettent ainsi d'intégrer des principes cognitifs caractéristiques des stratégies de décision expertes [Barhélemy et Mullet, 1992], dont un principe de parcimonie/décidabilité :

- Les premiers sommets fils d'un module permettent d'arriver à une décision à moindre coût par des opérations simples (parcimonie)
- Les sommets fils suivant offrent la possibilité de réaliser des opérations de plus en plus complexe afin d'arriver à une prise de décision même si elle s'avère coûteuse (décidabilité).

Nous proposons aussi deux autres types pour les sommets terminaux (feuilles ou puits) :

- Les sommets *diagnostic*, indiquant la fin du processus : résolution du problème et la réparation à effectuer.
- Les sommets associés à un *échec* provoquant la mise en œuvre d'un mécanisme de retour par back-tracking au dernier sommet module traité et la transition au sommet suivant au sens de l'ordre induit par ce sommet module.

Enfin, chaque sommet cette représentation est décrit par des informations propres :

- (a) le composant suspecté : élément supposé défectueux à ce stade du raisonnement (composant décrit dans le modèle organique)
- (b) L'accès à une représentation en réalité virtuelle du composant suspecté afin de faciliter sa localisation (associé au modèle organique).
- (c) La description multimédia du mode opératoire à suivre pouvant inclure des liaisons vers une documentation complémentaire, des images, des vidéos, des sons, des modèles en réalité virtuelle, des odeurs, ainsi que des informations connexes du type instrument à utiliser pour évaluer l'état du ou des composants en cause.
- (d) La liste des compétences requises pour opérer cette intervention (associé au modèle compétences) et les personnes de l'organisation qui possèdent ces compétences.

Une propriété importante de cette formalisation graphique, réside dans la possibilité de la transformer en un ensemble de règles de production, en traduisant l'ensemble des chemins menant de la racine à chacune des feuilles. Ainsi, le logigramme (Fig 3) se transformerait en 4 règles :

Règle 1 : *si* point dur du volet = trop dur *alors* changer l'électro du volet

Règle 2 : *si* point dur du volet = trop libre *alors* changer la biellette

Règle 3 : *si* point dur du volet = normal et positionnement du volet = mauvais *alors* régler le positionnement du volet

Règle 4 : *si* point dur du volet = normal et positionnement du volet = correct et battement du volet dans les 2 sens = pas de battement *alors* changer la carte contrôle 10 volet

Cette représentation graphique des connaissances procédurales a l'avantage d'être beaucoup plus intelligible et synthétique qu'un ensemble équivalent de règles de production.

5. L'Editeur Graphique de Connaissances : le module Expert

Dans un contexte d'appropriation de l'outil par les experts et afin de faciliter l'évolution des connaissances, un éditeur spécifique a été développé : le module Expert (Fig 4).

L'éditeur comporte quatre onglets permettent de modifier graphiquement l'intégralité des informations portées par chacun des trois modèles internes et ainsi de modifier l'intégralité de la base de connaissances. Chaque modèle dispose de sa propre interface graphique et de liaisons avec les autres modèles. L'ordre des onglets propose un ordre indicatif de saisie des connaissances :

- Organiser les différents processus selon une hiérarchie de classement propre au métier (ex : symptômes initiaux pour le diagnostic) (Fig 4).
- Construire le logigramme de chaque processus, et y décrire chaque étape (Fig 5 et 6).
- Construire le modèle organique du système et décrire chacun des composants avec les informations multimédias disponibles : sons, images, vidéos, lien vers des documents externes, ... (Fig 7).
- Décrire le référentiel des compétences associées en terme de savoir, savoir-faire et savoir-être (Fig 8).
- Identifier l'organigramme des individus opérant sur ce système (Fig 9).

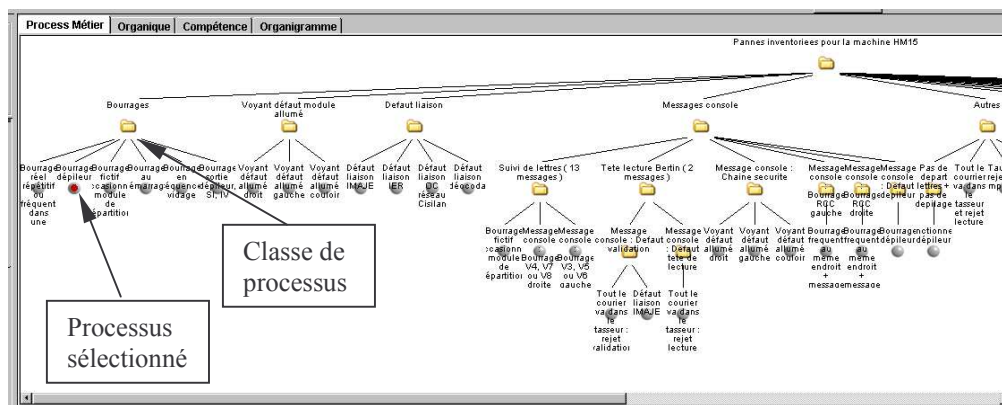


Fig. 4 – Organisation des processus en classes

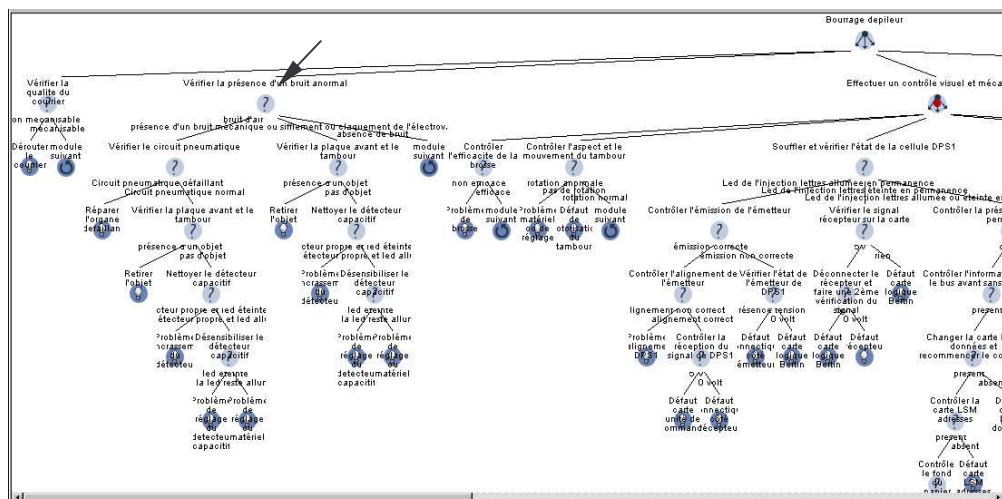


Fig. 5 – Logigramme du processus sélectionné en Fig 4

Les connaissances décrites par ce formalisme graphique sont ensuite stockées sous forme relationnelle en prédicats *prolog* dans une base de connaissances. Les connaissances pourront ensuite être déclenchées en mode résolution de problèmes pour l'aide au diagnostic à travers le module Praticien.

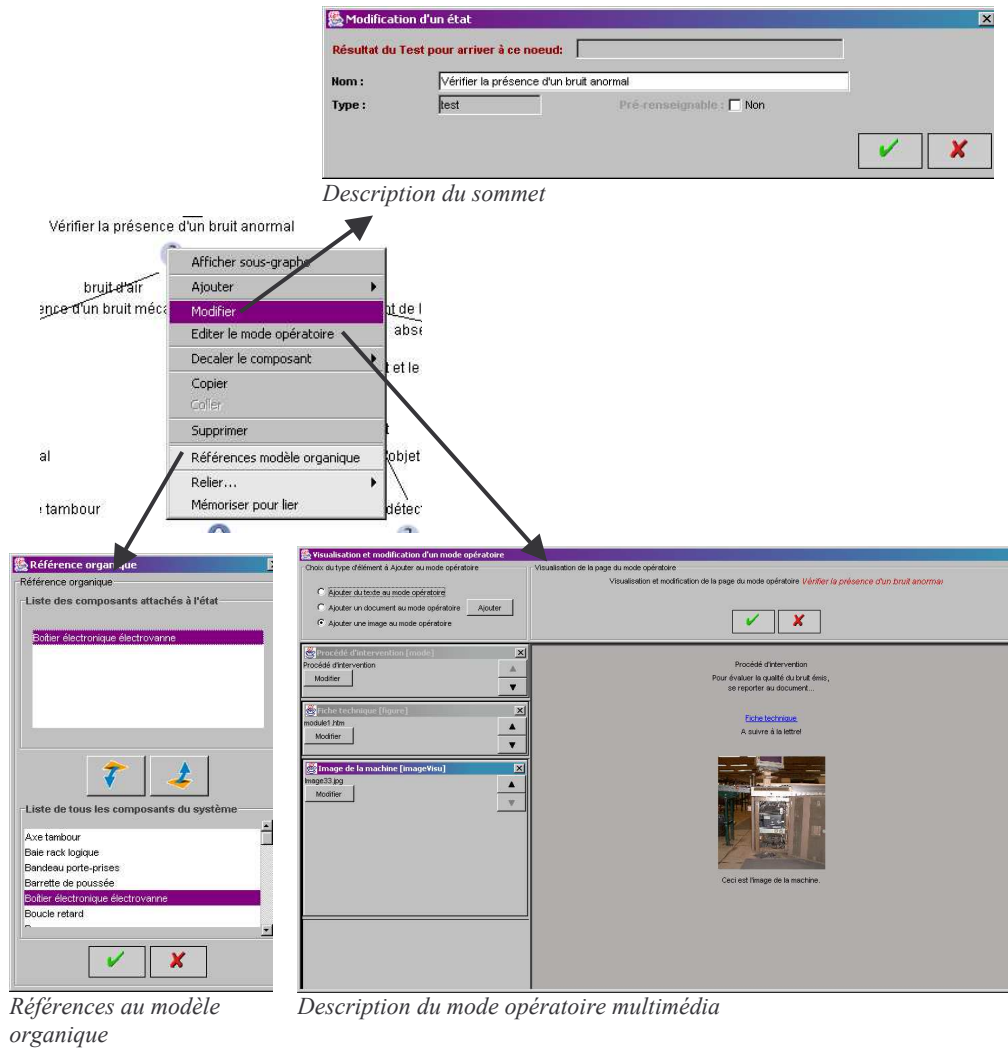


Fig. 6 – Edition des informations associées au sommet sélectionné en Fig 5

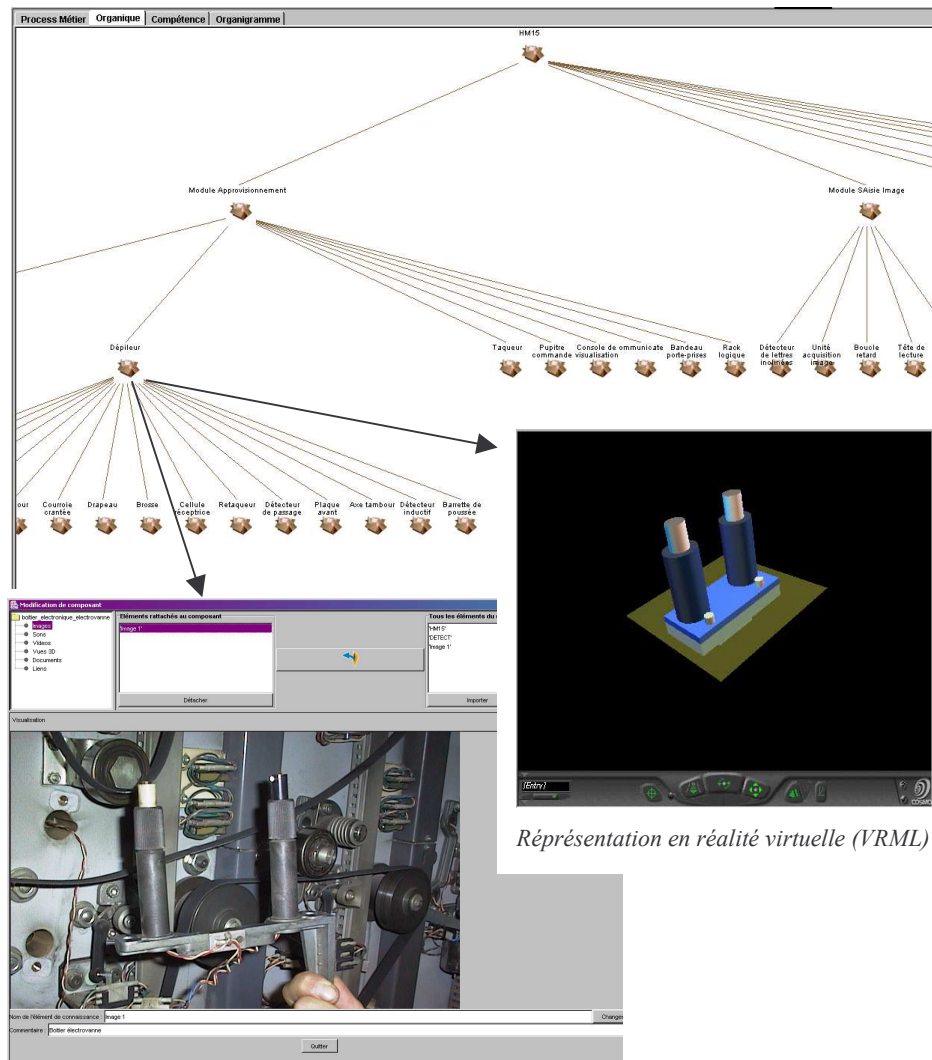


Fig. 7 – Edition du modèle organique et des informations associées à chaque sommet(composant)

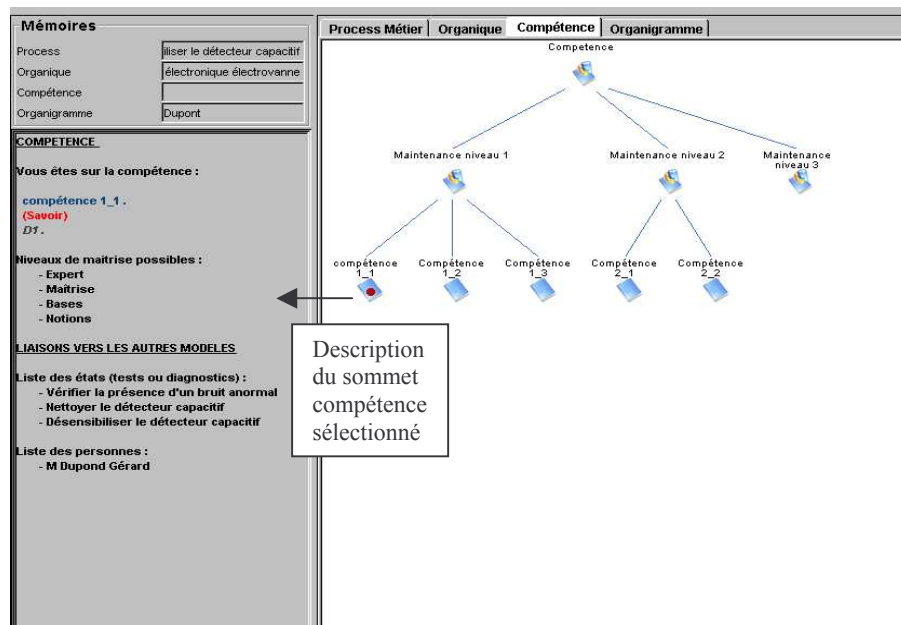


FIG. 8 – Edition du modèle compétences

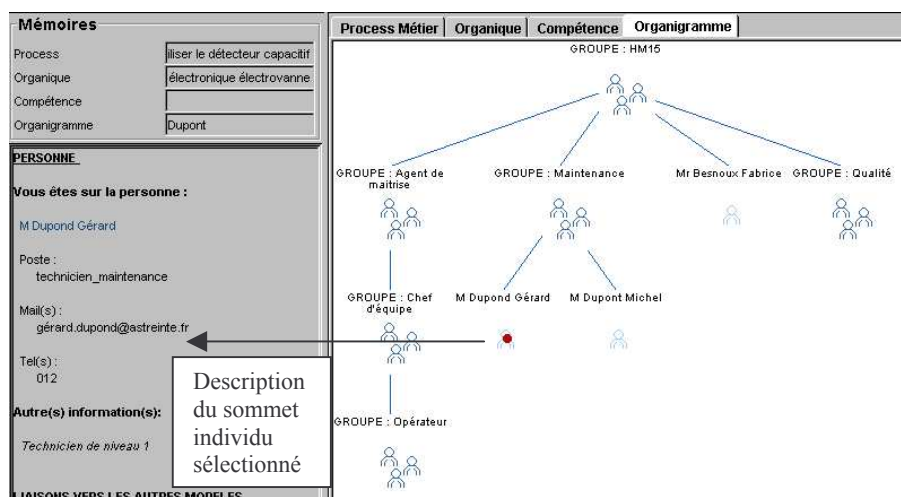


Fig. 9 – Edition du modèle organigramme

Les associations entre les modèles de connaissances sont réalisées de manière aussi interactive que la constitution des modèles eux-mêmes. Elles sont mentionnées dans la partie gauche des interfaces d'édition, pour en faciliter la lisibilité.

6. L'aide à la décision : le module Praticien

L'interface (Fig 10 et 11) permet de dérouler automatiquement en mode résolution de problème un questionnaire d'aide à la décision auprès d'un utilisateur non expert. Dans le cas d'un diagnostic, les réponses données par l'utilisateur permettent de renseigner le serveur de connaissances sur l'état des composants de la machine, afin d'affiner le diagnostic jusqu'à ce que l'origine de la panne (ou fin du processus courant) soit détectée. A chaque étape du questionnaire, l'utilisateur est guidé par une description de la question : le nom de l'opération à mener, le composant suspecté, le mode opératoire à suivre pour fournir la réponse, un historique des questions précédentes. Le questionnaire est dynamiquement généré à partir des connaissances stockées dans la base de connaissances, et est dirigé par le modèle processus : chaque question est associée à une étape du processus, et le questionnaire correspond à un cheminement dans le graphe du processus.

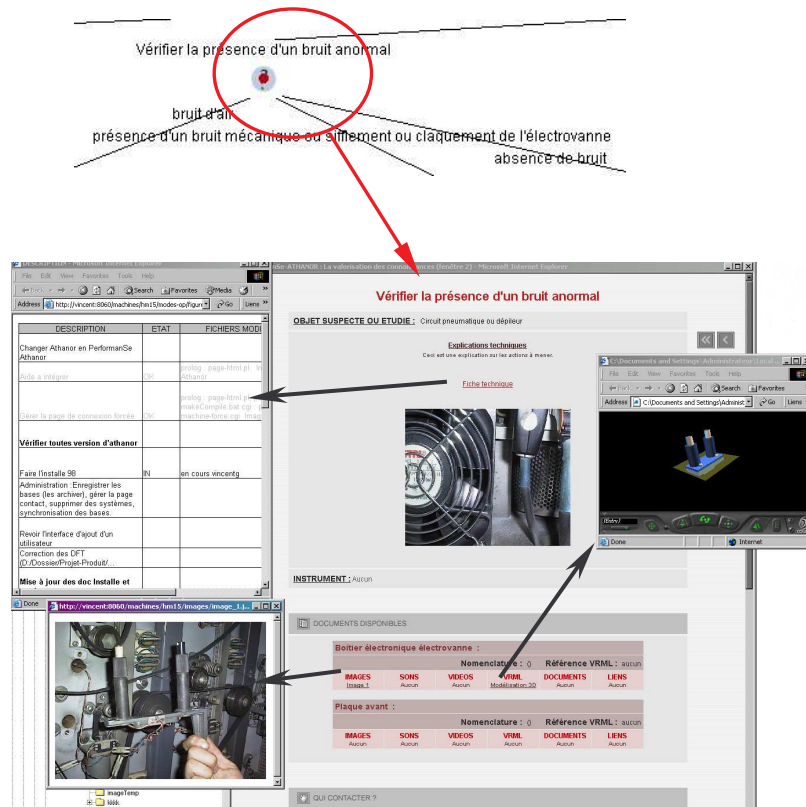


Fig. 10 – Module praticien : questionnaire et informations liées

A tout moment du questionnaire l'utilisateur a la possibilité d'obtenir des informations sur l'étape en cours décrite dans le modèle processus, mais aussi sur la partie des autres modèles en relation avec cette étape. En particulier, il peut localiser sur des représentations en réalité virtuelle la position des composants suspectés maintenus par le modèle organique

(Fig 12) ; et le modèle compétences/organigramme permet de repérer les individus disposant des compétences requises cette étape du processus (Fig 11).

Enfin, le module d'expertise garde une trace du cheminement de l'utilisateur dans la base de connaissances, en vu de son exploitation ultérieure par le profil « Manager ».

The screenshot displays a software interface for a practitioner module. It features several sections:

- QUI CONTACTER ?**: A table listing competencies and associated personnel.

Compétence	Type	Personnel	Mail	Téléphone
Compétence 1.2 : D 1.2	Savoir-faire	M Dupond Gérard	gerard.dupond@recherche.fr	012
Compétence 1.1 : D1	Savoir	M Dupond Gérard	gerard.dupond@recherche.fr	012
- CHOIX D'UNE REPONSE POUR CE TEST**: A section titled 'Vérifier la présence d'un bruit anormal' with a dropdown menu showing 'Bruit d'air', 'présence d'un bruit mécanique ou sifflement ou claquement de l'électrovanne', and 'absence de bruit'. A 'Valider' button is present.
- HISTORIQUE DU PARCOURS**: A section titled 'Vérifier la qualité du courrier : mécanisable'.
- ENVOYER UN COMMENTAIRE**: A text input field with the placeholder 'Saisissez ici votre commentaire' and an 'Enregistrer' button.
- Performance - 4114Module - La validation des connaissances - 2008/07/27**: A sidebar window showing user information for 'M Dupond Gérard', 'Technicien Maintenance', and lists of phones and emails. It also includes a 'COMPLEMENT D'INFORMATION' field with the value 'Technicien de niveau 1'.

Fig. 11 – Module praticien (suite) : questionnaire et informations liées

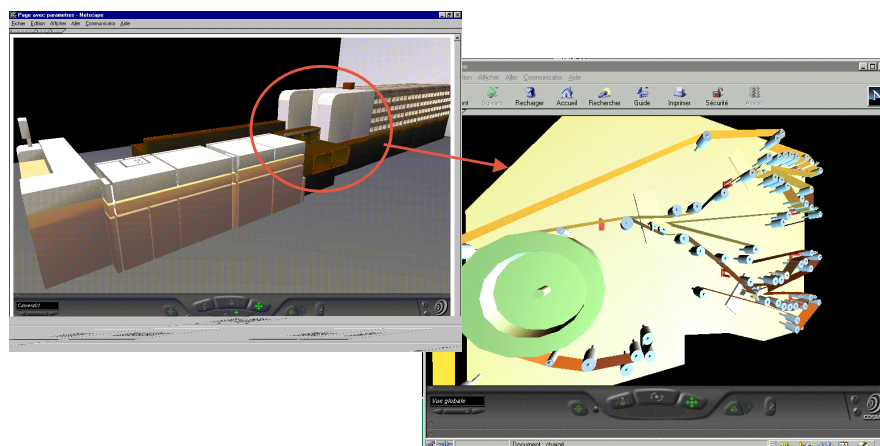


Fig. 12 – Module de réalité virtuelle – localisation de composants dans un système complexe

7. Le suivi des connaissances : le module Manager

Le module Manager récapitule dans un tableau de bord un ensemble d'indicateurs numériques permettant de surveiller la structure, l'évolution et les usages des connaissances. En effet, dans le contexte d'un système complexe, il est important de pouvoir contrôler rapidement l'adéquation entre les modèles implémentés dans Athantor et le système réel dans son contexte opérationnel.

Trois types d'information sont présentés dans ce module à travers des indices statistiques élémentaires :

- Des indices structurels statiques permettant de mesurer la richesse de la modélisation à un instant donné. Ces indices comptabilisent le nombre de sommets, le nombre d'informations associées à chaque sommet et le nombre de relations entre sommets dans les différents modèles, ainsi qu'entre les modèles.
- Des indices structurels dynamiques qui permettent de mesurer l'évolution dans le temps des indicateurs précédents.
- Des indices d'usage, mesurant l'activité des utilisateurs à travers leurs accès au serveur de connaissances.

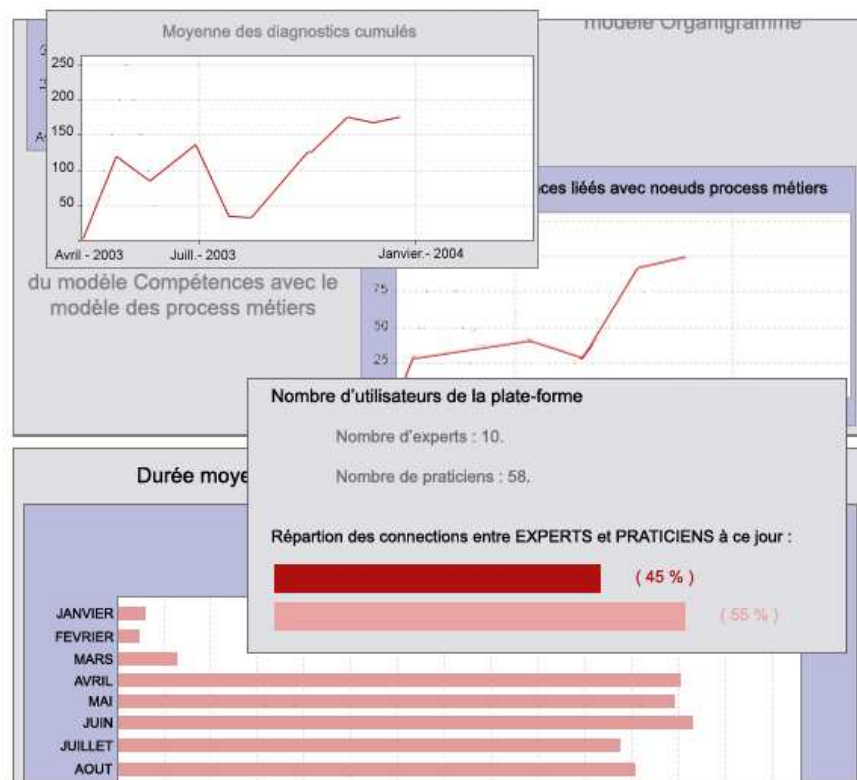


Fig. 13 – Module Manager : Présentation synthétique de quelques indicateurs

8. Conclusion

L'ensemble de la démarche ATHANOR et l'approche serveur de connaissances permet de gérer un cycle complet des connaissances, depuis le recueil jusqu'au déploiement, et ses perspectives d'évolution sont très encourageantes. Parmi les particularités de ce système, citons quelques points forts pour la gestion des connaissances sur des systèmes complexes. En premier lieu, Athanor offre trois originalités par rapport aux autres approches :

- gérer un triplet de connaissances : processus, système, compétences ;
- intégrer la phase ultime du déploiement ;
- intégrer une traduction automatique et transparente des modèles vers une base de connaissance opérationnelle, et en conséquence offrir une activité de résolution de problèmes grâce à des moteurs d'inférence.

D'autre part, la complexité des système à maintenir est prise en compte grâce : au couplage du modèle organique à des représentations en réalité virtuelle, à l'aide à la décision offerte par le modèle processus, et à la facilité de l'appropriation des modèles graphiques par les experts, et enfin à possibilité qui en résulte de réaliser une montée en charge progressive des connaissances stockées dans le serveur.

Enfin, d'un point de vue plus technique, l'architecture modulaire implémentée permet un déploiement progressif du serveur et facilite les extensions à de nouveaux modules de connaissances ; et les technologies de l'Internet utilisées simplifient le déploiement et la diffusion des connaissances et offrent une architecture ouverte permettant l'accès à des services externes comme des moteurs de recherche, la documentation technique numérisée, la nomenclature des composants, l'accès au stock ou à une référence d'achat...

L'approche ATHANOR a abouti au développement d'un système opérationnel de maintenance pour les systèmes complexes, dont une implantation a été réalisée à La Poste : SAMANTA (Système d'Aide à la MAiNtenance des Trieuses Automatiques – cf. [Guillet et al., 2000] et [Follut et al., 2000]). Après s'être familiarisés avec l'éditeur de connaissances, les experts en machine de tri chargés de l'administration du serveur ont commencé à assurer la mise à jour et l'évolution des connaissances maintenues par l'outil. La phase de recueil des connaissances s'est étalée sur deux ans et s'est appuyée sur quatre experts. Elle a permis de mettre en évidence une trentaine de processus de diagnostic «haut niveau», nécessitant la construction d'un logigramme par processus. Les experts ont ainsi fait apparaître plus de 400 sommets tests et environ 200 diagnostics différents ont été répertoriés.

Références

- [Barthélemy et Mullet, 1992] J.-P. Barthélemy and E. Mullet (1992). A Model of selection by aspects. *Acta Psychologica*, 79 :1-19, 1992.
- [Dieng et al., 1999] R. Dieng, O. Corby, A. Giboin, and M. Ribiere (1999). Methods and Tools for Corporate Knowledge Management. *International Journal of Human-Computer Studies*, special issue on Knowledge Management, 51:567--598, 1999.
- [Ermine et al., 1996] J.-L. Ermine, M. Chaillot, P. Bignon, B. Charreton, D. Malaciette (1996). MKSM : Méthode pour la gestion des connaissances. *Ingénierie des systèmes d'information*, vol. 4, pp 541-575, AFCET-Hermès, 1996.

- [Follut et al, 2000] D. Follut, F. Guillet, P. Vandekerckhove and J. Philippe (2000). Samanta: Towards Using Virtual Reality in an Computer-Assisted Environment for the Maintenance of Postal Sorting Machines. In the *first French-British International Workshop on Virtual Reality*. July 11-12 2000, Brest, France.
- [Guillet et al., 2000] F. Guillet, D. Follut, P. Vandekerckhove, J. Philippé (2000),. Un serveur de connaissances dans un contexte de maintenance appliquée aux machines de tri postal. *Journées Internationales Ingénierie de systèmes et NTIC* (NimesTIC'2000), pages 30-35, Nîmes, 11-13 Septembre 2000.
- [Penalva, 2000] J.-M. Penalva (2000). Connaissances actionnables et intelligence collective. *Journées Internationales Ingénierie de systèmes et NTIC* (NimesTIC'2000), pages 2-11, Nîmes, 11-13 Septembre 2000.
- [Pham, 1999] D.T. Pham, S.S.Dimov, R.M. Setchi (1999). Intelligent Product Manuals, *Proceedings of Institution of Mechanical Engineers*, Vol. 213, Part I, pp 65-76, 1999.
- [Schreiber et al., 1994] A. Th. Schreiber, B. J. Wielinga, J. M. Akkermans, W. Van de Velde, and R. de Hoog (1994). CommonKADS: A comprehensive methodology for KBS development. *IEEE Expert*, 9(6), December 1994.

Summary

A great number of companies are confronted with strategic problems of knowledge management, all the more critical as knowledge relates to complex systems, which require the implementation of an instrumentalized approach integrating the deployment of an operational platform in the company information system. It's within this framework that is registered the Athanor approach for the complex systems maintenance. Inspiring us by methods of capitalization and formalization of knowledge for the design of organisational memories, we designed a waiter of knowledge directed process which implements the capitalization-evolution services of knowledge, decision-making aid for the diagnosis, and formation, in conjunction with the sorting machines models in reality virtual and an electronic documentation. This tool, founded on three structured models and in interrelationship, uses a universal support, Internet, for its deployment. An establishment of Athanor on a complex system was carried out at the Post office: SAMANTA (Assistance System for Automatic Sorters Maintenance).