



HAL
open science

Application des méthodes du génie logiciel à la modélisation du processus d'autonomisation d'un patient atteint d'un cancer

Abouabdellah Abdellah, Aicha Aguezzoul, Cherkaoui Abdelghani Emi Maroc

► To cite this version:

Abouabdellah Abdellah, Aicha Aguezzoul, Cherkaoui Abdelghani Emi Maroc. Application des méthodes du génie logiciel à la modélisation du processus d'autonomisation d'un patient atteint d'un cancer. GISEH: Conférence Francophone en Gestion et Ingénierie des Systèmes Hospitaliers, Sep 2010, Clermont-Ferrand, France. pp.86. hal-00542671

HAL Id: hal-00542671

<https://hal.science/hal-00542671v1>

Submitted on 5 Dec 2010

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.

Application des méthodes du génie logiciel à la modélisation du processus d'autonomisation d'un patient atteint d'un cancer

Abouabdellah Abdellah ¹, Aguezzoul Aicha ², Cherkaoui Abdelghani ³

¹ Ecole Normale Supérieure de l'Enseignement Technique, Université Mohammed V Souissi, BP 207 Rabat, Maroc, (+212) 537711408) a.abouabdellah@um5s.net.ma

² LGIPM, Université de Metz, Ile du Saulcy, 57045 Metz, France, (+33) 0387315072, aguezzou@univ-metz.fr

³ Ecole Mohammedia d'Ingénieurs, BP 765 Agdal Rabat, Maroc, (+212) 537687150 cherkaoui_a@yahoo.com

Résumé. Un système hospitalier, comme tout autre système évolue dans un contexte de plus en plus compétitif et a constamment besoin d'adapter et d'optimiser ses outils et méthodes de gestion en vue d'améliorer son niveau de service et de réduire son coût. Dans ce système, la décision médicale concernant l'état de santé d'un patient est évaluée en fonction du niveau de satisfaction de ce dernier et l'optimisation du paramètre coût en matière de consommation des produits pharmaceutiques. Dans cet article, nous définirons d'abord le processus d'autonomisation du patient, ce qui permet la distribution de la décision médicale entre les différents acteurs impliqués, y compris le patient, dans ce processus, puis nous montrons l'apport des méthodes du génie logiciel à ce processus selon un cadre multidimensionnel de critères de comparaison, et enfin, nous terminerons par la mise en place d'une méthodologie de modélisation de ce processus dans le cas d'un patient atteint d'un cancer et traité par chimiothérapie.

Mots clés: modélisation, Holon, système multi-agents, décision médicale, empowerment

Introduction

La santé reste la question qui préoccupe pratiquement tous les citoyens d'un pays. Ses dépenses augmentent souvent plus vite que la création des richesses d'un pays. Au Maroc, ces dépenses sont passées de 4,5% du PIB en 1997/1998 à 5% en 2001. Afin de pouvoir maîtriser ces dépenses, le système de santé est engagé dans un processus de réforme hospitalière visant à maîtriser les dépenses de santé tout en respectant le critère de satisfaction du patient (efficacité) et l'optimisation des coûts (l'objectif d'efficience).

Ce nouveau mode de fonctionnement nécessite une autonomisation de l'utilisateur de soins dans ses comportements en matière de santé. Ce processus d'autonomisation d'un patient donne d'une part, le droit au patient de partager avec les professionnels de santé des informations qui vont le conduire à participer dans la prise de décision concernant sa santé et d'autre part, nécessite une éducation thérapeutique pour la prise en charge de sa maladie à domicile. Ce processus d'autonomisation nous a fait tourner vers le concept biologique Holon qui est défini par Koester (1969), comme étant la concaténation de deux mots "holos" signifiant le tout et du suffixe "On" suggérant une partie comme le proton. Un Holon est constitué d'une partie information, qui contient toutes les données nécessaires à la description de ses connaissances et de ses capacités ; et d'une partie physique, qui contient toutes les ressources constituant l'Holon.

1 Cadre de benchmark des méthodes du génie logiciel et du génie cognitif

Pascot et Bernadas (1993) avaient proposé en 1993 un cadre de référence composé de quatre dimensions : *Méthodologie*, *Représentation*, *Organisation*, et *Technologie* ; leur permettant de comparer des méthodes de conception de systèmes d'information informatisés. Ce cadre de référence a été repris par Adam et Kolski (1999) en ajoutant une 5^{ème} dimension *Coopération* pour répondre à leur problématique qui était l'analyse et la conception de systèmes interactifs dédiés aux systèmes administratifs complexes. A ces cinq dimensions, nous avons ajouté une 6^{ème} dimension intitulée *dimension Holonique* pour prendre en compte le concept Holon adapté au processus d'autonomisation d'un patient .Elle est définie avec un certain nombre de critères permettant de voir la nature, le type des holons impliqués dans notre processus ainsi que leurs caractéristiques (comportement proactif, degrés d'autonomisation, habilité de coopérer, etc.). De même, nous avons ajouté un certain nombre de critères à chacune des cinq dimensions du cadre d'Adam (1999) afin de le rendre plus compatible à l'évaluation des huit méthodes permettant la résolution de notre problématique qui est l'autonomisation d'un patient atteint de cancer et traité par chimiothérapie.

Les lignes ou parties de lignes qui sont en italique indiquent les critères du cadre que nous avons ajouté au cadre proposé par Adam et Kolski (1999) ou la nouvelle dimension que nous venons d'ajouter afin de concevoir notre nouveau cadre multidimensionnel de critères de comparaison.

1.1 Dimension représentation

La dimension représentation de notre cadre est constituée de cinq critères :

- Position de l'analyse qui peut être totale ou partielle.
- Principe de construction : il s'organise autour de quatre axes : les données, les traitements, l'activité et la dynamique.
- Le découpage du système : il peut être réalisé par niveaux d'abstractions, généralisation spécialisation, type occurrence ou stratégie tactique.
- Formalisme : ce critère énumère les formalismes utilisés pour représenter les données, activités, traitements et de dynamique utilisés par la méthode.
- *Qualités de modèles : ce critère est composé de quatre sous critères : nombre de modèles, cohérence des modèles, complétude des modèles, complexité des modèles (interrelation entre les modèles).*

1.2 Dimension Organisation

La dimension représentation de notre cadre est constituée de quatre critères :

- Image d'organisation : C'est la possibilité que la méthode a de représenter les organisations de type (système ouvert, système cybernétique, système cybernétique ouvert, système holonique, système hiérarchique, système distribué.
- Nature de l'environnement : Caractéristiques de l'environnement du système d'étude (degré de structuration, stabilité, certitude.
- Typologie de la connaissance étudiée (qualitative, quantitative).
- *Types de l'environnement : actif ou passif.*

1.3 Dimension méthodologie

La dimension représentation de notre cadre est constituée de sept critères :

- Cycle de développement : cascade, spirale, en V, évolutif et nabra.
- Etapes concernées : analyse, modélisation, spécification, conception, validation technique, évaluation ergonomique à priori et à posteriori.
- Approches de développement : qui peut être descendante, ascendante ou évolutive
- Degré d'implication de l'utilisateur : ce degré va de pas d'implication jusqu'à l'implication essentielle

- Moment d'implication de l'utilisateur : qui peut être au début, au milieu et/ou en fin du cycle.
- Critères sur la méthode : ces critères peuvent être le nombre et le type de vues que présentent la méthode, sa convivialité et l'effort qu'exige l'apprentissage de la méthode.
- Existence d'un outil informatique.

1.4 Dimension technologique

Cette dimension est constituée de quatre critères :

- Programmation (structurée, orientée base de donnée, orientée objet, orientée agent);
- Interface homme machine qui peut être classique, adaptable, adaptative, assistante.
- Mode de traitement: batch, interactif, client serveur, synchrone, asynchrone et/ou distribué.
- Type d'applications visée qui peut être une simulation, résolution d'un problème ou autres.

1.5 Dimension coopération

Cette dimension est constituée de cinq critères :

- Communication : composée du sous critère mode de communication qui peut être direct, indirect, synchrone, asynchrone.
- Coordination : indiquant si la méthode permet de représenter la coordination d'actions
- Individualité : associée à l'autonomie et à la confiance.
- Type de contrôle qui peut être centralisé, distribué, hiérarchique.
- *Type d'interaction indiquant s'il s'agit d'une interaction statique ou dynamique.*

1.6 Dimension Holonique

Trois critères ont été associés à cette dimension et qui sont :

- *Nature des agents holoniques : homogènes, hétérogène).*
- *Types d'agents holoniques : holons mobiles, holons d'informations, holons intelligents.*
- *Caractéristiques des agents holoniques : Ce critère indique les caractéristiques des holons que la méthode utilise : comportement coopératif ; degré de coopération (coopératif, compétitif, antagoniste) ; comportement décisif ; comportement réactif ; autonomie (comportement proactif et degré d'autonomisation indépendant, semi autonome, contrôlé) ; adaptabilité ; et personnalité.*

2 Evaluation des huit méthodes selon le cadre de benchmark (CCMMGL)

Les huit méthodes retenues pour la comparaison selon le cadre CCMMGL sont :

- MERISE (Le Moigne, 1977) ;
- UML (Unified Modeling Language) (Muller, 1997);
- SADT (Structured Analysis and Design Technique) (IGL, 1989);
- CISAD (Cooperative Information System Analysis and Design) (Nurcan, 1996) ;
- 3AR (Agent Acteur Ressource Abstrait) (Morand, 1993) ;
- MKSM (Methodology for Knowledge Systems Management) (Ermine, 1995) ;
- MMTS (Methodology and Modelling Technique for Systems of BDI Agents) (Kinny et al., 1996) ;
- MaSe (Multiagent Systems Engineering) (Scott, 1999).

2.1 Evaluation autour de la dimension "Représentation"

- Dans la méthode Merise, Le système à modéliser est d'abord abordé par le flux de communication, puis les données et les traitements sont analysés en parallèle pour ensuite être confrontés. La méthode peut aborder une partie ou la totalité du système à modéliser.
- Le langage UML est riche en formalisme de représentation des données (diagramme de classes). Il permet aussi de représenter l'implication de l'utilisateur dans le système d'information (diagramme de use case), ainsi que toutes les activités dynamiques du système (diagramme d'activités, de séquences, etc.).
- SADT permet l'analyse et la modélisation des systèmes à l'aide de deux formalismes : les datagrammes et les actigrammes.
- La méthode 3AR, orientée système d'information, traite les données, traitements et activités de façon unitaire. Elle reprend les formalismes existant (MCD de Merise), les réseaux de Pétri, et les diagrammes de flux de données.
- CISAD est une amélioration de la méthode. Elle reprend les trois modèles d'OSSAD (le modèle abstrait qui comprend deux graphes (A1 : relation entre fonctions et activités, A2 : matrice activité/rôle), le modèle descriptif qui comprend cinq graphes (D1 : relations entre rôles, D2 : relations entre tâches, D3 : diagramme d'une tâche(un rôle), D4 : diagramme d'une procédure (plusieurs tâches),D5 : description détaillée d'une opération).CISAD ajoute à OSSAD des composantes permettant de représenter la communication entre le personnel coopérant d'un système. Ces composantes sont la matrice de Grudin pour la modélisation de communication, le modèle d'argumentation de la méthode IBIS.
- MKSM commence d'abord par identifier les processus par les modèles de domaine, puis le modèle d'activité décrit les flux de données par actigrammes.
- La méthodologie MMTS contient cinq modèles :(Un modèle d'agent (MA),un modèle d'interaction (MI),un modèle de croyance (MC),un modèle d'objectif (MO) et un modèle de plan (MP).
- La méthodologie MaSe contient quatre diagrammes : les diagrammes d'Agents (DA), les diagrammes hiérarchiques de Classes (DHC), les diagrammes de Classes de Communication (DCC), et les diagrammes de Déploiement (DD). Elle traite les données à travers les DA et DCC, les traitements à travers les DCC, les activités à travers les DA, et la dynamique à travers les DA, DCC, DHC.

2.2 Evaluation autour de la dimension "*Organisation*"

- La méthode MERISE traite les systèmes structurés, stables et certains, elle est orientée vers la conception de bases de données. Le type d'environnement abordé par la méthode est actif.
- Le langage UML s'applique aux systèmes semi structurés et instables dans une mesure prédéfinie. Elle peut s'appliquer à un système cybernétique ouvert. Son type d'environnement est actif.
- La méthode SADT s'applique à l'analyse fonctionnelle des systèmes et donc aux systèmes cybernétiques, hiérarchique et structurée, elle ne peut s'appliquer qu'à des environnements stables, certains et structurés. Le type d'environnement abordé par la méthode est actif.
- La méthode 3AR, orientée système d'information, s'applique aux systèmes ouverts finalisés, et peut s'appliquer à des systèmes semi structurés, certains et instables. Son type d'environnement est actif.
- CISAD, destinée aux systèmes d'information, voit l'organisation uniquement comme un système ouvert finalisé. Son modèle abstrait (représentant ce qui doit être fait et pourquoi) nécessite un système stable et certain. CISAD peut donc s'appliquer à un environnement semi structuré. Le type d'environnement abordé par la méthode est actif.
- MKSM, présentée comme une méthode de gestion des connaissances, s'applique aux systèmes ouverts finalisés. Elle ne nécessite pas un environnement structuré. Par contre, son analyse de processus et d'activités nécessite un environnement stable et certain. Son type d'environnement est actif.
- La méthodologie MMTS peut implémenter les systèmes hiérarchiques, holoniques et ouverts. Le modèle d'agents permet de dire que l'environnement sur lequel les agents agissent est structuré, actif et passif.

- MaSE peut représenter, en principe, les systèmes distribués. Mais elle n'est sans doute pas destinée aux systèmes ouverts. Elle ne peut pas s'appliquer aux systèmes stables car ils ne peuvent pas résister aux perturbations éventuelles de l'environnement. Son type d'environnement peut être actif et passif.

2.3 Evaluation autour de la dimension "*Méthodologique*"

Le cycle de vie total du projet supporte le développement en cascade et possède une approche descendante. L'utilisateur est moyennement impliqué au début du le projet. Le support informatique existe ce qui permet de faciliter la représentation de ses sept modèles.

- UML utilise aussi un cycle de développement en spirale (présenté comme développement itératif), et couvre le cycle de vie du logiciel jusqu'aux phases de validation. L'approche peut être définie comme évolutive. L'utilisateur est plus impliqué dans la méthode grâce aux cas d'utilisation et au développement itératif. Les supports informatiques existent, ce qui permet de faciliter la représentation de ses 9 modèles.
- La méthode 3AR ne couvre pas l'ensemble du cycle de vie du logiciel mais seulement l'analyse et la spécification et suit le cycle de développement en cascade avec une approche ascendante et n'intègre pas l'utilisateur dans le projet. La méthode présente un support logiciel ce qui permet de faciliter la représentation de ses modèles.
- MKSM, ne permet que l'analyse et la modélisation du système. Elle utilise le cycle de développement en V et une approche descendante. Le support informatique existe. L'utilisateur s'avère peu impliqué au début du projet.
- La méthode SADT facilite surtout l'analyse et la modélisation du système, elle utilise le cycle de développement en cascade. Son approche est bien sûr descendante, et l'utilisateur est surtout impliqué lors de cette phase d'analyse. L'utilisateur est peu impliqué au début et à la fin de la méthode.
- Méthode CISAD a pour but la réorganisation et la simulation. Elle s'intéresse à l'analyse et à la spécification, Elle utilise le cycle de vie en V et suit une démarche descendante. L'avis de l'utilisateur est essentiel tout au long du projet. Le support logiciel existe, ce qui permet de représenter facilement ses diagrammes.
- À l'exception de la validation, la méthode MMTS couvre toutes les étapes du processus de développement et la prise en compte de l'évaluation ergonomique est possible. Elle utilise le modèle de développement incrémental et suit une approche mixte et itérative. L'utilisateur apparaît seulement au début dans cette méthode. Le support logiciel existe, ce qui permet de faciliter la représentation de ses 5 modèles.
- MaSe couvre toutes les étapes du processus sauf la validation. Elle utilise le modèle de développement incrémental et possède une approche mixte et évolutive. L'utilisateur intervient peu au début et à la fin du projet. Le support logiciel existe ce qui permet de représenter facilement ses diagrammes.

2.4 Evaluation autour de la dimension "*Technologique*"

- Merise est destinée à la conception de bases de données qui peuvent supporter un traitement batch, interactif, synchrone et client serveur.
- UML permet de concevoir des programmes qui peuvent être interactifs, basés sur une architecture client serveur, synchrones et/ou distribués.
- 3AR est orientée agent et permet d'obtenir des programmes interactifs, pouvant reposer sur une architecture client/serveur, fonctionnant de manière synchrone ou asynchrone ou ayant des modules distribués.
- SADT et CISAD sont des méthodes d'analyse et de modélisation. En principe, elles ne sont pas destinées à la conception d'applications.

- MKSM permet de concevoir des programmes qui peuvent être interactifs, basés sur une architecture synchrones et/ou distribués.
- MMTS : Le programme de recherche des auteurs de cette méthodologie est centré sur la conception, l'implémentation et la compréhension théorique d'une architecture particulière des agents BDI.
- MaSe : L'objectif de l'auteur de cette méthodologie est d'intégrer MaSE et AgML à un analyseur automatique de systèmes multi-agents appelé AgentTool.

2.5 Evaluation autour de la dimension "*Coopération*"

La coopération n'est considérée que dans MaSe, MMTS et CISAD.

- La méthodologie MaSe devrait pouvoir modéliser la communication entre agents hétérogènes et peut modéliser les systèmes distribués. Les concepts de coopération utilisés dans les modèles d'interaction de MaSe peuvent être la négociation, la planification multi-agents et la délégation de tâches. L'interaction est statique (utilisation de message). Le moteur d'interaction peut être distribué.
- La méthodologie MMTS peut modéliser la communication entre agents hétérogènes et la communication entre agents et humains. Le mode de communication de MMTS peut être direct, synchrone (des messages par téléphone) et asynchrone.
- CISAD offre la possibilité de définir le type de communications et de les détailler par les modèles de conversation et d'argumentation, ce qui permet de représenter les phases de négociation entre acteurs, principales structures des communications dans les organisations actuelles, qui ont de plus en plus une structure par projet plutôt que pyramidale.

2.6 Evaluation autour de la dimension "*Holonique*"

Quant à la dimension holonique, plusieurs remarques peuvent être déduites:

- La méthodologie MMTS peut utiliser des agents hétérogènes (agents : intelligents, personnels, mobiles, d'information, autonomes, adaptables). Ils ont un comportement coopératif, dotés d'une capacité de raisonnement et ont une habileté de communication
- MaSe est une méthodologie générale, en ce sens qu'elle peut s'appliquer à des domaines variés. Les diagrammes d'agents sont génériques et ne permettent donc pas d'indiquer la nature et les attributs des agents. Les types d'agents sont en fonction du domaine d'application à modéliser. La définition de l'architecture des agents utilise le langage AgDL, basé sur la logique des prédicats du premier ordre.

3 Discussion générale

La figure 1 ci-dessous représente une synthèse des différentes confrontations selon les six dimensions. Pour chaque méthode, l'importance qu'elle accorde à chaque dimension est symbolisée par un trait vertical avec une taille variant de 1 à 3. La méthode idéale devrait avoir six traits verticaux ayant chacun la taille maximale 3, c'est-à-dire couvrir toutes les dimensions.

Un premier constat apparaît : Aucune des huit méthodes testées ne répond à notre préoccupation qui est l'analyse et la modélisation du processus d'autonomisation d'un patient atteint d'un cancer et traité par chimiothérapie en vue de la conception d'un système d'information distribué destiné à un ensemble d'agents holoniques hétérogènes ?

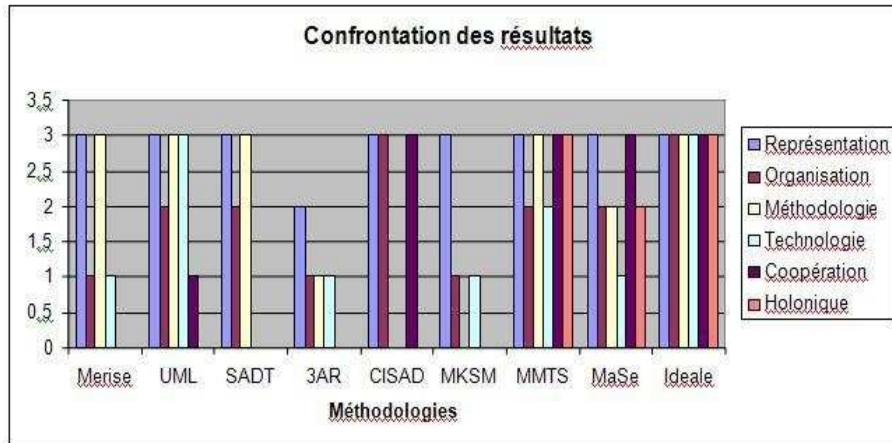


Figure 1. Confrontation des résultats

Pour définir cette nouvelle méthode, il est utile à ce sujet de reprendre certains points relatifs aux différentes dimensions, afin de pouvoir coupler certaines méthodes. Le processus d'autonomisation d'un patient atteint d'un cancer et traité par chimiothérapie repose sur la manipulation et l'échange de données entre les acteurs du système. Les activités auxquelles nous nous intéressons reposent sur l'échange et la manipulation de données et il est impératif de disposer d'un modèle de données, d'un modèle d'activités et d'un modèle de traitements. La prise en compte de la dynamique des échanges et des activités (interruptions, quasi-parallélisme et la synchronisation) nous pousse vers l'ajout d'une composante dynamique.

Pour ce qui est de la dimension représentation, le but étant d'obtenir une méthode d'analyse et de modélisation de systèmes multi-agents holoniques, en utilisant une partie de la méthode UML pour la représentation des données. Quant à la représentation des interactions entre différents agents impliqués dans le processus, le modèle d'interaction entre agents de la méthodologie MMTS est proposé. Pour la partie traitement, le diagramme d'activité de l'UML avec ses couloirs d'activités est largement suffisant. Pour la partie dynamique, le modèle d'interaction dynamique de MMTS sera utilisé.

Le cycle nabla dédié à la conception de systèmes interactifs, intègre beaucoup plus le futur utilisateur dans le cycle de vie du projet, procède à une approche descendante et suggère l'utilisation d'un modèle réel et d'un modèle de référence. Le mode de traitement sera bien sûr interactif, distribué, synchrone ou asynchrone. L'interface sera adaptable, et devra être adaptative, sinon assistante.

Pour la prise en compte de la dimension coopération, la méthode doit intégrer les aspects essentiels de communication et de relations interpersonnels (la hiérarchie, la responsabilité, etc.)

Enfin, pour ce qui est de la dimension holonique, la méthode doit utiliser des agents holoniques hétérogènes (des agents : intelligents, personnels, mobiles, d'information, et autonomes). Les agents peuvent être adaptables, avec un comportement coopératif, dotés d'une capacité de raisonnement, et ont une habileté de communication.

Conclusion

Choisir une méthode d'analyse et de modélisation d'un processus d'autonomisation d'un patient atteint d'une maladie chronique dans un but de spécification et de conception de systèmes d'informations distribués implique de considérer les méthodes sur six dimensions : la dimension méthodologie, la dimension environnement, la dimension représentation, la dimension technologie, la dimension coopération, et la dimension holonique.

Une comparaison des huit méthodes : Merise, UML, SADT, CISAD, 3AR, MKSM, MMTS et MaSe et les caractéristiques de leurs domaines d'application a montré que, bien qu'elles répondent aux besoins pour lesquelles elles ont été définies, elles ne permettent pas de traiter entièrement notre problème. A l'issue de cette comparaison, aucune de ces huit méthodes ne répondait convenablement à notre préoccupation. Une nouvelle Méthodologie de Modélisation d'un Processus d'Autonomisation d'un Patient (MEMOPAP) sera déduite par le couplage de plusieurs parties des différentes méthodes testées selon le cadre de comparaison qui n'est que l'extension de celui d'Adam et al. (1998).

L'approche doit être orientée par les problèmes. L'activité doit être étudiée en premier lieu, puis de cette analyse d'activité est déduite la représentation des données et des traitements. L'objectif est d'avoir un modèle le plus proche possible de la réalité qui sera déduit de trois points de vue différents : l'activité, les données et les traitements. L'holon patient doit être représenté lisiblement avec toutes ses caractéristiques (autonomie, habilité à coopérer, etc.)

Références

- Adam, E, Kolski, C and Vergison, E. (1998). Méthode adaptable basée sur la modélisation de processus pour l'analyse et l'optimisation de systèmes coopératifs dans l'entreprise. Actes du Colloque International ERGO-IA'98, Biarritz, 3-6 novembre.
- Adam E. and Kolki C. (1999). Étude comparative de méthodes de génie logiciel en vue du développement de processus administratifs complexes.
- Adam E., Mandiau R. and Kolski C. (1999). Approche holonique de modélisation d'une organisation orientée workflow : SOHTCO.
- DeMarcot, T. (1979). Structured analysis and system specification. Youdon Press, NY. Englewood Cliffs - Prentice Hall.
- Eisen, A. (1994). Survey of neighborhood-based, comprehensive community empowerment initiatives. Health Education Quaterly, 21 (2), 235-252.
- Koestler, A. (1969). The Ghost in the Machine. London : Arkana Books.
- Ermine, J-L. (1995). MKSM, méthode de gestion des connaissances. CEA DIST/SMTI.
- Fox, M.S. (1981). An organizational view of distributed systems. IEEE Trans. Syst.Man. Univ. Cybern, vol. SMC-11, 70-80.
- I.G.L. Technology (1989). SADT, un langage pour communiquer. Eyrolles, Paris.
- Le Moigne, J.L. (1977). La théorie du système général - théorie de la modélisation. Presses Universitaires de France.
- Kinny, D., Georgeff, M. and Rao, A. (1996). A methodology and modelling technique for systems of BDI agents. In W. Van der Velde and J. Perram, editors, Agents Breaking Away: Proceedings of the Seventh European Workshop on Modelling Autonomous Agents in a Multi-Agent World MAAMAW'96, (LNAI Volume1038). Springer-Verlag: Heidelberg, Germany.
- Pascot, D. and Bernadas, C. (1993). 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.
- Morand, B. (1993). 3AR: Un modèle Orienté Représentation des Connaissances pour les Systèmes d'Information. Proceedings of INFORSID'93, Lille, 11-14 Mai
- Muller, P.A. (1997). Modélisation objet avec UML. Paris, Eyrolles
- Nurcan, S. (1996). Analyse et conception de systèmes d'information coopératifs. Technique et Science Informatiques. Vol 15, n°9, pp. 1287-1315.
- Scott A. D. (1999). Multiagent Systems Engineering: A Methodology and Language for Designing Agent Systems.