



HAL
open science

Prise en compte de l'utilisateur pour la conception d'un SIAD basé sur un processus d'ECD

Hela Ltifi, Mounir Ben Ayed, Christophe Kolski, Adel M. Alimi

► To cite this version:

Hela Ltifi, Mounir Ben Ayed, Christophe Kolski, Adel M. Alimi. Prise en compte de l'utilisateur pour la conception d'un SIAD basé sur un processus d'ECD. Actes de la Conférence ERGO'IA 2008, L'humain au coeur des systèmes et de leur développement, ESTIA - Ecole Supérieure des Technologies Industrielles Avancées, Oct 2008, Bidart, France. hal-03446769

HAL Id: hal-03446769

<https://uphf.hal.science/hal-03446769>

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.

Prise en compte de l'utilisateur pour la conception d'un SIAD basé sur un processus d'ECD

Hela Ltifi ()*

Mounir ben Ayed (, **)*

*Christophe Kolski (***)*

Adel M. Alimi ()*

(*) REGIM : REsearch Group on Intelligent Machines, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Sfax, Route Sokra Km 3.5 - BP W - 3038 Sfax, Tunisie
hela_ltifi@yahoo.fr
mounir.benayed@ieee.org
adel.alimi@enis.rnu.tn

(**) Faculté des Sciences de Sfax, Département d'Informatique et Communications
Route Sokra Km 3.5 - BP 802 - 3018 Sfax, Tunisie

(***) LAMIH - UMR CNRS 8530, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis, Le Mont Houy, F-59313 Valenciennes cedex 9, France
Christophe.Kolski@univ-valenciennes.fr

RESUME

Cet article s'inscrit dans le cadre de la conception d'un Système Interactif d'Aide à la Décision (SIAD) basé sur un processus itératif et interactif d'extraction de connaissances à partir de données (ECD). Les connaissances extraites sont destinées à aider les utilisateurs à prendre leurs décisions. L'interactivité de ce système explique l'utilisation d'un modèle de développement enrichi sous l'angle des interactions homme-machine qui est le modèle en U. L'idée de cet article est l'adaptation de ce modèle aux spécificités des SIAD basé sur l'ECD.

MOTS CLES : Système Interactif d'Aide à la Décision (SIAD), Extraction de connaissances à partir de données (ECD), Interaction Homme-Machine (IHM), Modèle en U.

ABSTRACT

This article concerns the design of a Decision Support System (DSS) based on the iterative and interactive Knowledge Discovery from Data (KDD) process. Extracted knowledge is intended to help the users to make their decisions. The interactivity of this system explains the use of a development model enriched under the human-computer interaction point of view, which is the U-model. The idea of this article is the adaptation of this model to specificities of the DSS based on KDD.

KEYWORDS : Decision support system (DSS), Knowledge Discovery from Data (KDD), Human-Computer Interaction (HCI), the U-model.

INTRODUCTION

Cet article s'inscrit dans le cadre de nos recherches sur la conception centrée utilisateur de Systèmes Interactifs d'Aide à la Décision (SIAD) basé sur un processus d'Extraction de Connaissances à partir des Données (ECD). L'évolution de l'informatique, la nature et la complexité croissante des problèmes abordés font émerger de nouvelles réalités sociales, techniques et politiques. Dans ce contexte, les entreprises adoptent de plus en plus des solutions technologiques dans leur stratégie de décision. La prise de décision permet d'opérer un choix entre diverses alternatives possibles pour résoudre un problème

en choisissant le meilleur compromis parmi eux. Le SIAD traite le problème en fonction de ses connaissances. Certaines de ces connaissances peuvent être extraites à l'aide d'un outil décisionnel qu'est la fouille de données (appelée aussi Data Mining) [7,9,13] qui peut être vu comme une étape d'un processus plus global qui est celui de l'ECD. Il faut donc interpréter cette information nouvelle, l'évaluer pour enfin la proposer comme élément valide d'aide à la décision. Les SIAD consistent à aider les décideurs tout au long de ce processus, en particulier au moment du choix des études à effectuer ou des outils à utiliser. La coopération Homme-Machine est primordiale dans l'aide à la décision. Elle concerne l'assistance du décideur humain et donc la possibilité de partager les tâches entre humain et machine. Sous cet angle, l'interaction homme-machine est un aspect crucial au niveau des systèmes interactifs d'aide à la décision, sa conception devant nécessairement s'appuyer sur une démarche centrée utilisateur. L'évaluation des IHM permet de valider la qualité de cette modélisation ou d'énoncer les problèmes rencontrés sous l'angle particulièrement de l'utilité et de l'utilisabilité des systèmes [15,19]. Dans ce cadre, on se rend compte qu'il s'agit de concilier et d'intégrer des méthodes provenant de l'IHM dans un but de modélisation fine d'un SIAD. Il existe à ce sujet plusieurs modèles enrichis sous l'angle des IHM tels que le modèle en étoile de Hartson et Hix, le modèle nabra proposé par Kolski ou le modèle en U proposé par Abed et Millot (de tels modèles sont décrits dans [11]). Dans cet article, l'idée est d'adopter le modèle en U comme démarche de conception et de l'adapter dans les systèmes exploitant un processus d'ECD.

Notre article débute par un bref état de l'art présentant deux concepts fondamentaux que sont les SIAD et l'ECD, et ceci afin de préciser la vision que nous en avons. Par la suite nous présentons le modèle en U. La troisième partie vise à proposer notre approche supportant la conception et le développement des SIAD basés sur un processus ECD.

SYSTEMES INTERACTIFS D'AIDE A LA DECISION BASE SUR PROCESSUS D'ECD

Les systèmes décisionnels orientés utilisateurs se situent à la confluence de trois domaines que sont l'aide à la décision, l'Extraction de Connaissances dans les Données (ECD) et l'Interaction Homme Machine (IHM).

Les Systèmes Interactifs d'Aide à la Décision

Nous voyons les SIAD comme des systèmes qui, à travers un dialogue homme-machine, permettent l'identification, l'exploration et la résolution de problèmes par un utilisateur (décideur) et/ou groupe d'utilisateurs (décideurs). La communication entre les différents acteurs humains d'un système d'aide à la décision (décideurs, consultants, experts, etc.) s'avère primordiale [21]. L'interactivité d'un SIAD traduit le rôle indispensable de l'homme dans son fonctionnement qui sous-tend le terme "Aide à la Décision"; la qualité de l'intégration des différents composants du système; ainsi que la nature de l'IHM jouant "le rôle de collaborateur" avec le décideur [8,14]. Un SIAD se déroule selon un processus composé de trois phases [10,14,20,21]: (1) la recherche d'information: l'identification du problème à résoudre nécessite de rechercher les informations pertinentes en fonction des besoins du décideur; cette phase se termine par un énoncé du problème à traiter; (2) la conception comprenant la génération, le développement et l'analyse des différentes suites possibles de solutions; (3) lors de la phase de choix, le décideur choisit entre les différentes solutions identifiées pendant la phase précédente. Cette phase inclut la recherche, l'évaluation et la recommandation d'une solution appropriée.

L'extraction de connaissances à partir de données

Dans le domaine des SIAD, l'utilisation des outils pour extraire des connaissances améliore la pertinence des solutions proposées pour une bonne prise de décision [7,9,18]. Parmi ces outils décisionnels, on s'intéresse particulièrement à l'Extraction de Connaissances à partir de Données [7,9]. Le but de l'ECD est de pouvoir extraire un élément: la connaissance. Pour le définir, on peut dire aussi que l'on vise "Extraction des connaissances nouvelles, utiles, valides à partir d'une masse de données" [7]. L'ECD est un processus interactif et itératif qui se déroule suivant une suite d'étapes, les résultats peuvent ainsi être affinés en répétant plusieurs fois ces étapes sous le contrôle d'un analyste (figure 1).

Les différentes étapes du processus d'ECD sont les suivantes [13]: (1) poser le problème en cernant les objectifs, définissant les cibles et vérifiant les besoins; (2) recherche des données (identifier les informations et les sources, vérifier leur qualité ainsi que leur facilité d'accès); (3) sélection des données ayant un rapport avec l'analyse demandée dans la base; (4) nettoyage des données en vue de corriger les inexactitudes ou erreurs de données; (5) transformation des données dans un format qui les prépare au Mining (transformer dates en durées, ratios, etc.); (6) fouille de données ou data mining (DM), application d'une ou plusieurs techniques (réseaux de neurones, réseaux bayésiens, arbre de décision, etc.) pour extraire des patterns intéressants; (7) évaluation du résultat permettant d'estimer la qualité du modèle découvert; (8) intégration de la connaissance en implantant le modèle ou ses résultats dans le système informatique de l'entreprise.

Système Interactif d'Aide à la Décision basé sur un processus d'ECD

Un SIAD basé sur l'ECD, sujet de cet article, est un système qui permet de détecter les stratégies de résolution d'un problème de décision par le biais d'un processus de fouille de données. Dans ce processus, l'analyse des besoins des décideurs, les différentes activités réalisées en rapport avec la préparation et la manipulation des données pertinentes, de même que la visualisation des résultats constituent des étapes très importantes. C'est sur de telles étapes que repose l'acceptation ou le refus par l'utilisateur final de l'outil d'aide à la décision visé [13]. Les interactions homme-machine au niveau de ce système devraient permettre de guider les utilisateurs tout au long des étapes d'ECD; il est important aussi d'adapter au mieux l'IHM à chaque classe de décideur et/ou à chaque décideur [12].

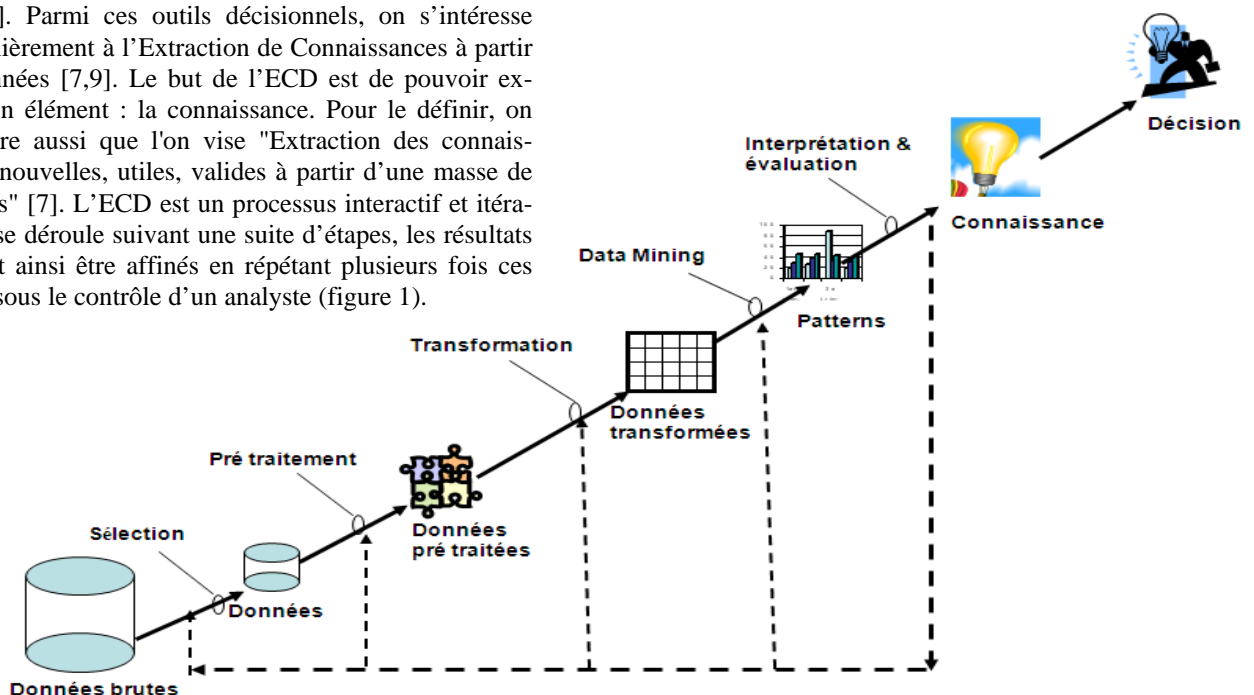


Figure 1 : Le processus d'ECD

Nous proposons le schéma ci-dessous présentant le déroulement du processus d'un SIAD basé sur un processus ECD, ou encore SIAD basé DM:

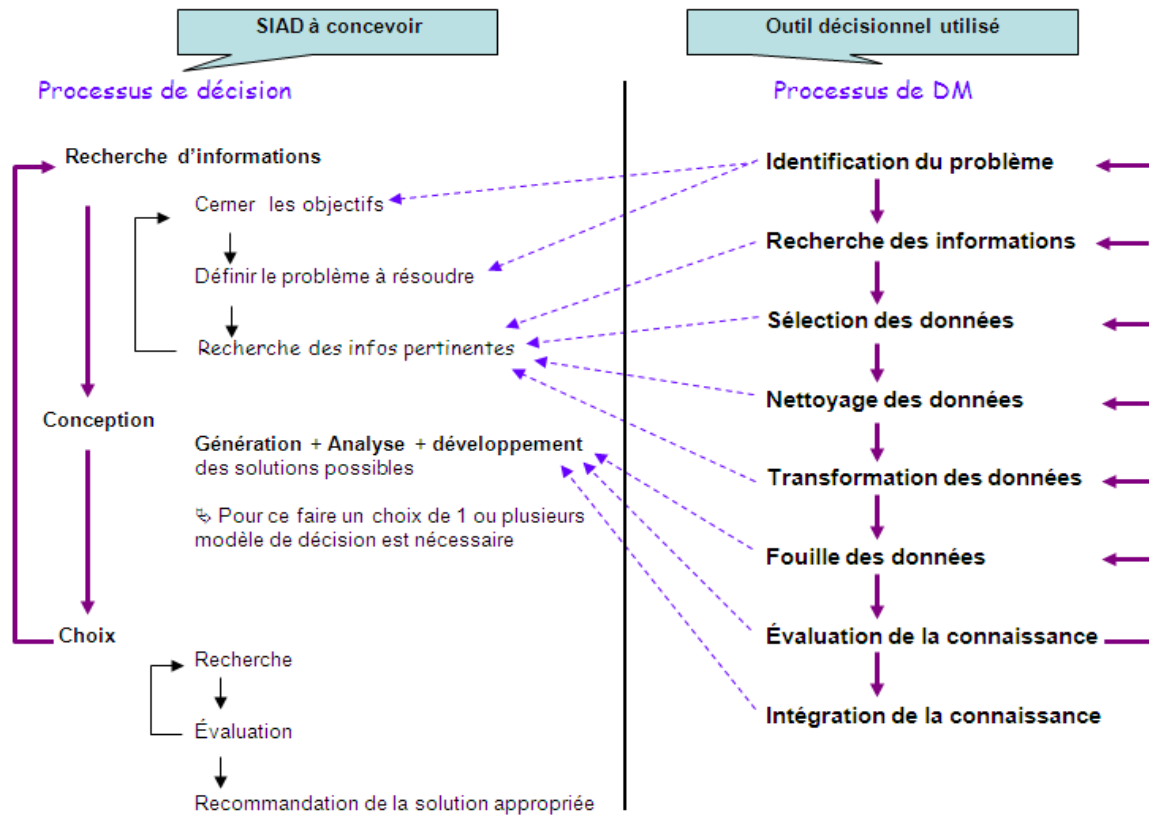


Figure 2 : processus d'un SIAD basé DM

La figure 2 montre l'utilisation des étapes de processus d'ECD pour l'aide à la prise de décision. En effet, l'identification du problème, du processus ECD, permet de cerner les objectifs et définir les différents objectifs principaux du futur système. Les étapes de prétraitements consistent à construire des corpus de données spécifiques ainsi qu'à faire le nettoyage des données, le traitement des données manquantes, la sélection d'attributs ou la sélection d'instances puis la transformation de ces données. Ces étapes sont cruciales pour la recherche des informations pertinentes du processus de prise de décision [21]. La fouille de données peut alors être opérée pour aboutir à des connaissances mises sous la forme de modèles qui doivent être validés. Des post-traitements sont nécessaires pour rendre ces modèles intelligibles soit par un humain soit par une machine [21]. D'où la génération, l'analyse et le développement des solutions possibles au problème posé, basées sur les connaissances découvertes par le processus ECD. Dans le cadre de cet article, on s'intéresse à la modélisation des SIAD mentionnés ci-dessus. C'est l'objet de la prochaine section.

LE MODELE EN U POUR LA CONCEPTION DES SIAD BASE SUR LE PROCESSUS ECD

Nous avons choisi le modèle dit en U [1,2,3,15,16] dans la mesure où il permet de placer des étapes qui ont sem-

blé être fondamentales en ce qui concerne la conception et l'évaluation de systèmes interactifs. C'est un modèle qui peut être adapté selon les caractéristiques de l'application et qui a déjà montré son applicabilité dans différents domaines complexes (contrôle aérien, applications chimiques, ferroviaires...) [12].

Nous avons choisi le modèle dit en U [1,2,3,15,16] dans la mesure où il a déjà montré son applicabilité et son adaptabilité dans différents domaines complexes (contrôle aérien, applications chimiques, ferroviaires...) [12]. Ce modèle en U situe les étapes qui n'existent pas dans les modèles classiques du génie logiciel, qui demeurent très généraux et dans lesquels les facteurs humains doivent être pris en compte par l'équipe de développement. Le modèle est structuré selon : (i) une phase descendante comprenant la modélisation du système homme-machine et qui mène à son implémentation ; (ii) une phase ascendante focalisée sur l'évaluation du système global, selon des critères d'efficacité de système et également des critères centrés sur l'être humain. Par manque de place, il ne sera pas possible de décrire le modèle en U ici. Pour plus de détails, il a été décrit en profondeur dans différents documents tels [1,3,15,16].

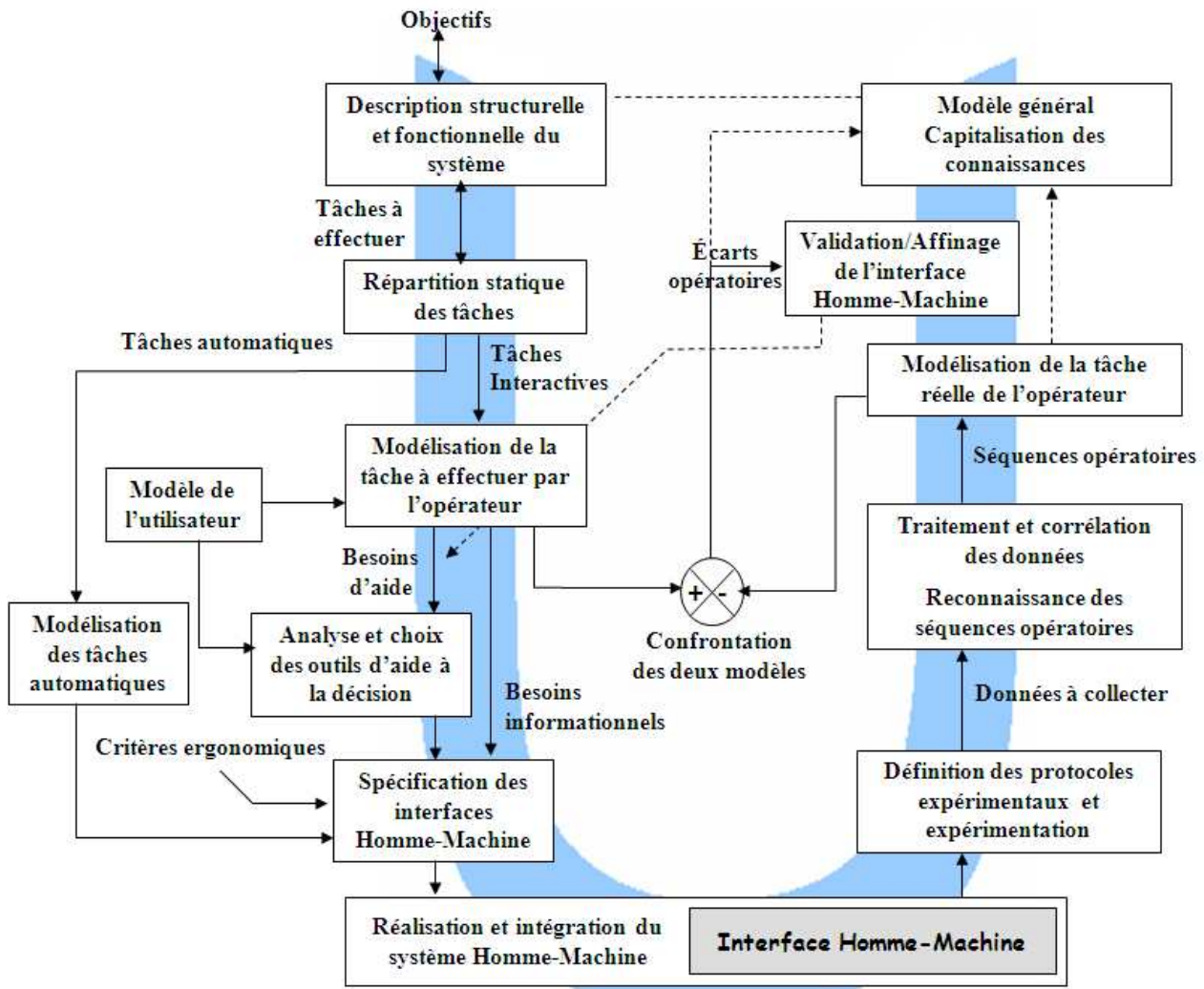


Figure 3 : Le modèle en U [2]

APPROCHE PROPOSEE Adaptation du modèle en U

Le modèle en U tel qu'il est présenté précédemment (figure 3), se décompose en plusieurs étapes qui montrent clairement l'intégration de l'IHM dans le processus de développement du système. Néanmoins, ce modèle possède des points possibles d'adaptation pour le contexte qui nous intéresse. Ainsi, lors de l'étude de l'existant, il est souvent pertinent que le décideur, utilisateur potentiel, puisse décrire ses besoins fonctionnels et évaluer et valider des premières maquettes d'interfaces en vue de montrer la manière dont il veut voir les IHMs de la future application. Toutes ces informations peuvent être utilisées pour "modéliser" le décideur (caractéristiques, préférences, stratégies...) [17]. De plus, pour les SIAD à base d'ECD, la définition et la répartition des tâches est très importante et doit être bien mise en avant. En outre, le modèle initial ne présente pas clairement l'ordre des activités de conception (capture des besoins, analyse, conception, ...). Les étapes de modèle en U s'intéressent le plus souvent à la spécification et l'évaluation des IHM tout en parlant peu du côté applicatif du système interactif en question, alors que cet aspect est important pour les SIAD à base de l'ECD. Nous pensons aussi que

l'étape "Modèle général, capitalisation des connaissances" peut être simplifiée par un bouclage sur l'étape de modélisation de l'utilisateur. En conséquence, le modèle en U adapté que nous proposons pour la conception et la réalisation de SIAD découlant d'un processus d'ECD est visible en figure 4. Sa description globale est la suivante.

Phase descendante du modèle en U : le début de la phase descendante commence par deux étapes essentielles qui ont lieu simultanément et qui marquent le commencement du projet : (1) l'analyse du domaine d'application permet le plus souvent une première description fonctionnelle et structurale de celui-ci ; (2) le plus précocement possible dans le projet, l'élaboration de premiers prototypes (maquettes) d'interfaces du SIAD visé permettent d'impliquer le plus rapidement possible les futurs utilisateurs en leur donnant un aperçu de solutions possibles (ou alternatives de solutions). Ces deux étapes sont prévues pour fournir un cadre structurant, en ce qui concerne les futures activités aussi bien que les solutions techniques. A l'issue de ces deux étapes, on obtient une définition d'un processus de travail (rejoignant ce que nous avons précisé en

figure 2). Ce qui permet de cerner la liste de tâches à effectuer pour le fonctionnement du futur SIAD à réaliser, que ces tâches soient manuelles, automatiques ou interactives (cf. plus loin). Elles peuvent correspondre à des besoins fonctionnels et non fonctionnels : par exemple la nécessité de facilité d'utilisation du SIAD visé correspond à un besoin non-fonctionnel incontournable ; de même la confidentialité des données relatives aux patients est très importante dans le domaine de la santé. Le travail précédent peut être cyclique, comme le suggèrent les flèches sur le modèle en U. Les tâches prescrites suite à l'exécution des étapes précédentes, doivent être modélisées [2].

Dans cet article, nous adoptons UML (Unified Modeling Language) [6] pour la modélisation de notre système ; ainsi pour définir les tâches du système à l'aide d'UML, nous utilisons d'abord les diagrammes de cas d'utilisation avec leur description détaillée. Après une définition des cas d'utilisation, il faut procéder à l'analyse et la conception centrées tâches du SIAD aussi bien pour la partie IHM que pour les outils d'aide basés sur le data mining. Chaque tâche dans le système interactif a un degré d'interactivité. Trois catégories principales de tâches peuvent être identifiées (ces catégories sont classiques en GL et IHM depuis les années 80) : (1) les tâches dans lesquelles seul l'utilisateur est impliqué, appelées tâches manuelles, (2) les tâches dans lesquelles seul l'aspect applicatif est représenté, appelées tâches système ou tâches automatiques, (3) les tâches impliquant des changements de degrés de collaboration entre l'utilisateur et le système, appelées tâches interactives. Les diagrammes de collaboration et de séquence d'UML permettent de spécifier et concevoir l'interface pour chaque tâche (tout en associant ces modèles à des représentations de plus en plus précises en termes de pages-écrans). Pour ce faire, il s'agit de se référer aux comportements probables des différents types d'utilisateur comme base : il prend la forme d'un modèle de l'utilisateur au sens large (ou « modèle utilisateur ») en termes de limites et ressources physiques et cognitives pour les différents types d'utilisateurs concernés [17] ; certaines connaissances sur les utilisateurs sont générales et proviennent de la littérature, d'autres sont spécifiques et proviennent du terrain (interviews, observations...).

En se référant à la figure 2 et selon les spécificités du domaine, il s'agit d'analyser les différents outils d'aide à la décision en vue de définir ceux les plus adaptés au contexte du système à réaliser. La dernière étape de la phase descendante du modèle en U conduit à l'implémentation du SIAD complet ou de son prototype. Cette étape d'implémentation transforme les caractéristiques d'interface concrètes (définis dans les dia-

grammes de séquences associés à d'éventuelles maquettes plus ou moins évoluées) en représentation qui peut être implémentée directement par une boîte à outils graphiques ou par un générateur d'interface homme-machine. Côté UML, des diagrammes de déploiement et de composants sont élaborés en vue de montrer l'évolution du système de la conception vers sa réalisation.

Phase ascendante du modèle en U : l'évaluation d'un système homme-machine consiste à tester si l'utilisateur (de manière générale rappelons-le, car on peut avoir un ensemble de types d'utilisateur) peut accomplir sa tâche en utilisant l'interface fournie. Deux propriétés sont habituellement explorées pour de telles évaluations : l'utilité et l'utilisabilité, elles-mêmes décomposées en un ensemble de critères bien connus en IHM [4,19]. Il existe un grand nombre de méthodes utilisables pour la mise en œuvre des évaluations [5,19,22] : observations, interviews, mouchard électronique, analyse des traces, oculométrie, questionnaires, etc. Dans cette phase d'évaluation, nous nous concentrons généralement sur l'exécution des tâches en lien avec les éléments visibles en figure 2 : (1) d'une part selon le comportement de l'utilisateur pendant l'interaction avec le système (difficultés rencontrées, temps requis pour accomplir une tâche, exactitude du résultat, nombre et type d'erreurs, opinion, etc.), (2) et d'autre part, selon le système en termes de différences entre les objectifs et résultats obtenus. Cette phase ascendante commence par la définition rigoureuse des protocoles expérimentaux (sujets, déroulement, situations et tâches concernées, IHM et aides impliquées, données à collecter...) [3]. Une fois collectées, les données sont traitées en fonction des principes opérationnels dégagés de l'étape précédente. Il s'agit de mettre en corrélation les données avec l'activité humaine qui a été observée, et ceci pour l'ensemble du processus décisionnel mis en évidence en figure 2. Des séquences opératoires sont ainsi mises en évidence. Ce travail permet de reconstituer (modéliser) progressivement les activités réelles (appelées aussi tâches réelles). L'expérience montre que ces tâches réelles peuvent être sensiblement éloignées des tâches prescrites, prévues initialement dans la phase descendante. Un principe fondamental du modèle en U est justement la confrontation entre les tâches réelles et les tâches prescrites. Le résultat de la confrontation conduit, soit à valider le système complet (IHM et aides), soit à révéler ses imperfections pour l'améliorer progressivement. Des retours vers différentes étapes de la démarche descendante sont donc nécessaires, selon l'ampleur des améliorations à apporter au système.

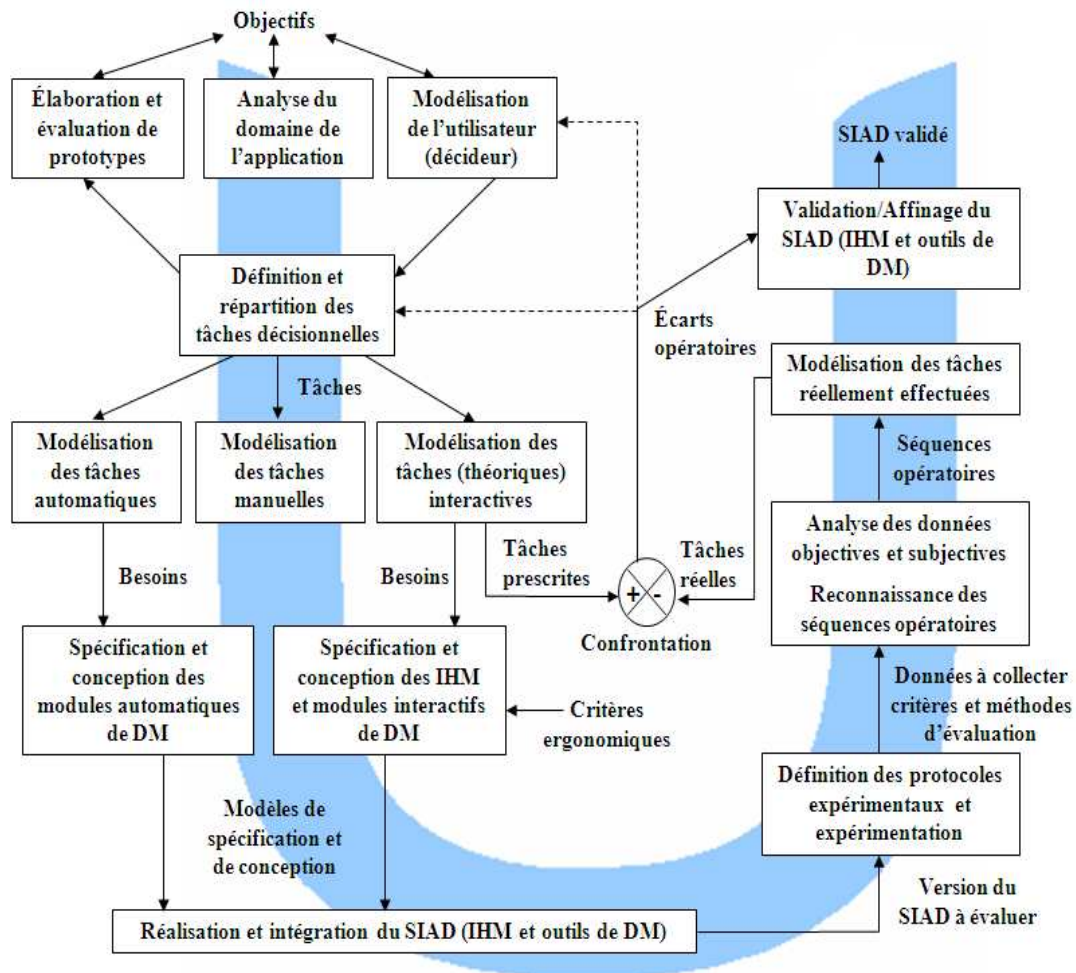


Figure 4 : modèle en U adapté

L'approche de conception du processus d'ECD doit être adaptée dès le début d'un projet afin de satisfaire les besoins des décideurs. En s'inspirant du travail de [12], nous proposons des similitudes méthodologiques entre le domaine de l'interaction homme-machine et celui de l'Extraction de connaissances (figure 5) :

- (a) Les objectifs principaux du processus ECD sont ceux du futur système interactif à concevoir. En effet, il s'agit de préciser l'ensemble des problèmes que l'outil de fouille de données vise à répondre c'est-à-dire ce qu'il doit faire : spécification des exigences du système interactif à concevoir.
- (b) On observant le système existant, on discute avec l'utilisateur potentiel et on détaille les tâches à réaliser. Mais on ne peut ce faire que si l'on dispose des données nécessaires.
La définition des tâches décisionnelles à concevoir permet de se référer sur les données pertinentes responsables dans le processus de prise de décision et en accord avec les objectifs que l'on s'impose. Cette étape de recherche est très importante et doit être effectuée d'une manière très rigoureuse car le choix des données influe sur les résultats qui seront découverts dans les étapes précédentes. Ces données

recherchées sont à sélectionner, nettoyer et transformer.

- (c) Une fois les données bien préparées, ils peuvent être fouillées pour extraire des connaissances. Une ou plusieurs techniques peuvent être utilisées permettant d'extraire les acteurs pertinents et de construire le modèle initial (un réseau de neurones, un arbre de décision, etc.). L'étude de cette tâche est très importante pour le concepteur du système décisionnel. Une telle activité peut se réaliser au niveau de l'étape de modélisation de la tâche afin de délivrer un modèle de la tâche prescrite. Les résultats extraits peuvent aider à spécifier les modules du système à concevoir
- (d) La connaissance extraite et évaluée doit être intégrée dans les modules du SIAD à spécifier et concevoir. La présentation de cette connaissance doit répondre aux critères ergonomiques afin d'assurer la meilleure interaction possible entre le décideur et la machine [3].

Il faut signaler que le suivi des étapes du modèle en U et les celles du processus d'ECD se fait parallèlement.

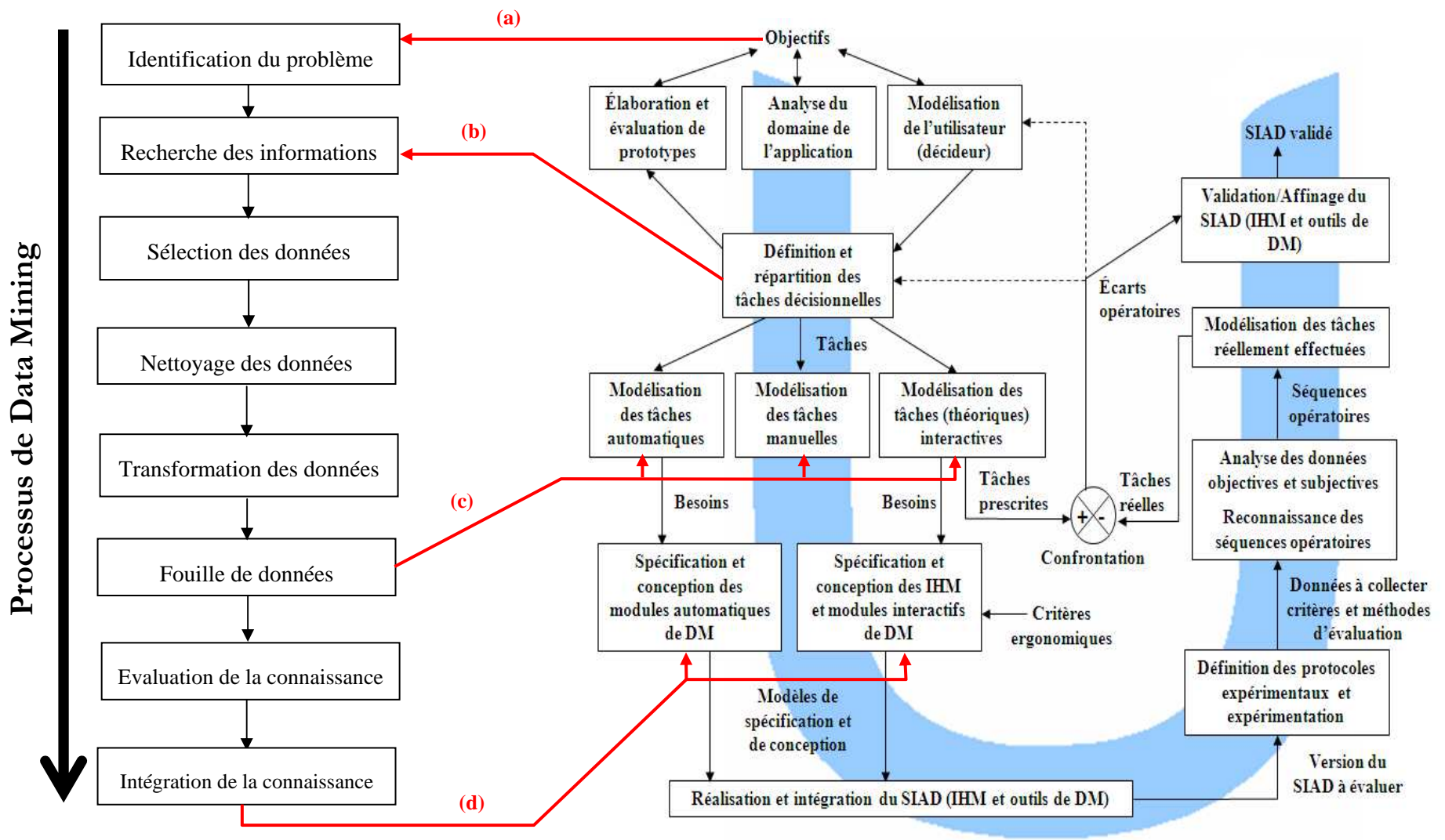


Figure 5: Le modèle en U adapté au processus d'ECD

CONCLUSION

Cet article est le résultat d'un travail permettant de proposer une approche de conception d'un système interactif d'aide à la décision. Depuis plusieurs dizaines d'années, une importante masse d'informations est stockée sous forme informatique dans les entreprises. Les systèmes d'information sont destinés à garder la trace d'événements de manière fiable et intègre. Ils automatisent de plus en plus les processus opérationnels, particulièrement, d'aide à la décision. Pour ce faire, l'extraction de connaissances à partir de données (ECD) est utilisée comme outil décisionnel permettant de découvrir, à partir de bases de données, des connaissances auparavant inconnues et potentiellement utiles pour la prise de décision. Un SIAD basé sur l'ECD est hautement interactif. En effet, comme la prise de décision implique l'acteur humain, qu'est le décideur, le processus d'ECD nécessite de sa part une interactivité Homme-Machine pour se réaliser. Une modélisation d'un tel système doit donc faire appel à la spécialité de l'IHM. D'où la proposition d'une approche de développement qui s'appuie sur le modèle en U. Une adaptation de celui-ci au processus d'ECD nous semble intéressante, d'où le modèle en U adapté, objet de cet article.

Notre approche proposée est actuellement mise en oeuvre depuis 2 ans. En fait, le SIAD en question est en cours d'utilisation et d'évaluation dans le service de réanimation du Centre Hospitalo-universitaire Habib Bourguiba à Sfax, Tunisie. Il a pour but d'aider les médecins du service, utilisateurs du système, à comprendre, prédire et prévenir les infections nosocomiales (infections contractées par les patients pendant leur hospitalisation). Par manque de place dans l'article, il n'est pas possible d'expliquer chaque étape de la mise en oeuvre de l'approche proposée, mais que cela fera l'objet d'articles futurs.

BIBLIOGRAPHIE

1. Abed, M. *Contribution à la modélisation de la tâche par outils de spécification exploitant les mouvements oculaires: application à la conception et à l'évaluation des interfaces homme-machine*. Thèse de doctorat, Université de Valenciennes, France, 1990.
2. Abed, M., Bernard J.M. and Angué, J.C. *Task analysis and modelization by using SADT and Petri Networks*, Proceedings Tenth European Annual Conference on Human Decision Making and Manual Control, Liege, 1991.
3. Abed, M. *Méthodes et Modèles formels et semi-formels de conception et évaluation des systèmes homme-machine*. Mémoire d'HDR, Université de Valenciennes, 2001.
4. Ben Ayed, M. Feki, I. and Alimi, A.M. *Optimisation de la technique de RBC pour la classification dans un processus de data mining*, Atelier « Fouille de données complexes » 17 Janvier 2006, Lille.
5. Bastien, C. and Scapin, D. *Des systèmes d'information et Critères Ergonomiques*, in Kolski C. (dir.), Environnements évolués et évaluation de l'IHM, Interaction homme-machine pour les SI 2, Hermès, Paris, p. 53-80, 2001.
6. Booch, G. Rumbaugh, J. and Jacobson, I. *Le guide de l'utilisateur UML*. Eds Eyrolles, Paris, 2000
7. Fayyad, U. M. Djorgovski, S. G. and Weir, N. *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining.*, Calif., AAAI Press / the MIT Press, 1996
8. Garlatti, S. *Multimédia et systèmes interactifs d'aide à la décision en situation complexe*. Disponible à l'adresse : <http://iasc.enst-bretagne.fr/~garlatti/publi-pdf/tutorial-siad.pdf>
9. Jambu, M. *Introduction au Data Mining, analyse intelligente des données*. Eds Eyrolles, Paris, 1999
10. Klein, M. and Methlie, L. B. *Expert Systems: A Decision Support Approach with applications in management and finance*, Eds Addison-Wesley Publishing Company, 1990
11. Kolski, C. Ezzedine, H. and Abed, M. *Cycle de développement du logiciel : des cycles classiques aux cycles enrichis sous l'angle des interactions homme-machine*. In C. Kolski (Ed.), *Analyse et conception de l'I.H.M.*, Interaction Homme-Machine pour les S.I. 1, Eds Hermes, Paris, pp. 23-49, 2001.
12. Lajnef, M. Ben Ayed M. and Kolski, C. *Convergence possible des processus du data mining et de conception-évaluation d'IHM : adaptation du modèle en U*. 17e Conférence Francophone sur l'Interaction Homme-Machine, IHM 2005
13. Lefebure, R. and Ventari G. *Data Mining : Gestion de la relation client*, Personnalisation des sites Web, Eds Eyrolles 2001.
14. Lévine, P. and Pomerol, J. *Systèmes interactifs d'aide à la décision et systèmes experts*, Eds Hermès, 1989
15. Lepreux, S. Abed, M. and Kolski, C. *A human-centred methodology applied to decision support system design and evaluation in a railway network context*, Cognition Technology and Work 5: 248-271, 2003.
16. Millot, P. *Coopération homme-machine : exemple de la téléopération*. Actes des Journées du GR Automatique, Strasbourg, 17-19 Octobre 1990
17. Robert, J.M. *Que faut-il savoir sur l'utilisateur pour réaliser des interfaces de qualité?*, In G. Boy (Ed.), *Ingénierie cognitive, IHM et cognition*, Edition Hermes-Lavoisier, Paris, pp. 249-283, 2003.
18. Sandoval, V. *L'informatique décisionnelle*, Eds Hermes, 1997.
19. Senach, B. *Evaluation ergonomique des interfaces homme-machine, une revue de la littérature*. Rapport n°1180, INRIA, 1990
20. Simon, H. A. *The new science of management decision*, Prentice Hall, New Jersey
21. Turban, E. *Decision Support and Expert Systems*. Eds New York, Macmillan, 1993
22. Wilson, JR. and Corlett EN. *Evaluation of human works: a practical ergonomics methodology*. Eds Taylor & Francis, London, 1996