



Intégration de modèles du Génie Logiciel et de l'Interaction
Homme-Machine en vue de l'amélioration de processus de
prescription thérapeutique

**Stéphanie Bernonville ¹, Christophe Kolski ¹, Marie-Catherine
Beuscart-Zéphir ²**

¹LAMIH-UMR CNRS 8530, Valenciennes, France

² EVALAB, EA 2694, Centre hospitalier et Universitaire, Lille, France

Intégration de modèles du Génie Logiciel et de l'Interaction Homme-Machine en vue de l'amélioration de processus de prescription thérapeutique

Stéphanie Bernonville¹, Christophe Kolski¹, Marie-Catherine Beuscart-Zéphir²

¹LAMIH-UMR CNRS 8530, Valenciennes, France

²ÉVALAB, EA 2694, Centre Hospitalier et Universitaire, Lille, France

1 Introduction

La prescription – dispensation - administration des médicaments est un processus central dans la prise en charge médicale des patients en milieu hospitalier. C'est un processus nécessairement coopératif. La prescription thérapeutique du médecin conditionne l'envoi en pharmacie des commandes de médicaments globalisées pour le service et/ou des ordonnances nominatives ; ces commandes génèrent la dispensation par la pharmacie des produits requis dans l'unité de soins concernée ; une fois les médicaments réceptionnés, l'infirmière peut en gérer l'administration aux patients en fonction des prescriptions du médecin. Des études ont permis d'objectiver au sein de ce processus les erreurs récurrentes [1, 2], qui peuvent être dangereuses pour la santé du patient. Par ailleurs, les contraintes économiques requièrent des procédures de contrôle et de normalisation du processus, aujourd'hui inexistantes.

L'informatisation du processus est souvent proposée comme solution à ces problèmes [3, 4, 5]. On parle en terrain anglophone de CPOE (Computerized Physician (ou Provider) Order Entry systems). En territoire francophone, ceci renverrait à la notion de « prescriptions informatisées », mais on évoquera plus largement la notion de « circuit du médicament » qui englobe la totalité du processus. Les enjeux sont multiples : (a) le processus de prescription doit être de qualité, ce qui intègre la prise en compte de la sécurité, de l'exhaustivité et de la lisibilité des prescriptions ; (b) le processus doit être économique puisqu'il est important de maîtriser les dépenses de médicaments, la gestion des coûts de pharmacie et la mise en œuvre de la Tarification A l'Activité (T2A) ; (c) le processus doit respecter la réglementation sur les prescriptions médicales. On se rend compte que l'informatisation de ce processus conduit à des modifications organisationnelles particulièrement au niveau des rôles des acteurs et des besoins en matières d'interaction, de coopération homme-machine et homme-homme.

Suite aux premières analyses effectuées, la complexité des situations et la diversité des notions et critères à prendre en compte et à décrire nous a permis de mettre en évidence (1) l'importance de concilier et d'intégrer des méthodes provenant d'une part du génie Logiciel (GL), d'autre part de l'interaction homme-machine (IHM) dans un but de modélisation fine venant en amont de la conception logicielle, (2) la nécessité de disposer de supports de dialogue entre spécialistes des facteurs humains et de l'ingénierie logicielle. Dans ce cadre, l'article donne un aperçu des principales méthodes exploitées ou intégrées, puis présente les résultats obtenus, en terme de modèles réalisés suite à des analyses sur le terrain. Ceux-ci font ensuite l'objet d'une discussion.

2 Contexte théorique

Nous nous intéressons dans cet articles aux apports potentiels des méthodes et modèles du GL et de l'IHM pour l'analyse et la modélisation de processus de prescription. Le processus de prescription et son informatisation peuvent être considérés sous l'angle global de l'analyse et de la conception des systèmes d'information, mettant l'accent sur l'organisation, en lien avec des méthodes qualifiées de systémiques (au sein de Lemoigne [6]) ; la méthode MERISE est la plus connue des méthodes francophones appartenant à cette catégorie (même si elle nécessite des extensions ou adaptations pour suivre les évolutions des STIC), et elle offre un ensemble de modèles centrés d'une part sur les données, et d'autre part sur les traitements ; ces modèles et leurs extensions récentes dont certaines orientées objets, sont présentés dans [7]. On peut noter ici que des limites de MERISE sous l'angle de l'interaction homme-machine ont déjà été mises en avant par plusieurs chercheurs, cf. par exemple [8]. L'état d'esprit systémique offre un cadre méthodologique fort utile dans le contexte de notre travail. Toutefois, il est important en parallèle de s'intéresser aux autres types de méthodes provenant du Génie Logiciel (GL), telles (1) la méthode orientée objets UML (Unified Modelling Language ; www.omg.org) comprenant neuf modèles de base et des extensions, dont le langage d'expression de contraintes OCL (Object Constraint Language), et (2) les méthodes cartésiennes, dont SADT (Structured Analysis and Design Technique) [9] est la plus représentative, proposant principalement des moyens de modélisation des activités et des données. On ne s'intéressera pas ici aux méthodes de GL dites formelles (Z, B...).

Des éléments (modèles, démarche...) provenant de différentes méthodes peuvent également être assemblés pour former une méthode répondant à des besoins spécifiques ; on parle alors en GL d'*intégration* de méthodes. A titre d'exemple, E. Adam [10] s'est intéressé à un domaine présentant des similitudes avec celui dont il est question ici, celui des systèmes administratifs complexes dans le processus d'entreprise qui met en évidence le travail coopératif ; il expose dans sa thèse un modèle d'organisation multi-agent, tout en définissant et exploitant une intégration de différentes méthodes du GL.

En outre, des méthodes spécifiques ou des extensions de celles citées précédemment ont été proposées pour répondre à des problèmes de conception et d'évaluation de systèmes interactifs, et en particulier pour répondre aux nécessités d'analyse et modélisation des tâches et activités humaines et de mise en évidence des besoins utilisateurs [11,12]. Sans souci d'exhaustivité, notons que la méthode DIANE (ou DIANE+) est susceptible d'être utilisée seule ou d'étendre la méthode systémique MERISE [13] avec une vue de conception de systèmes interactifs. La méthode orientée objets UML a aussi été au centre de premières tentatives pour aller vers des versions enrichies sous l'angle de l'IHM [14,15]. La méthode cartésienne SADT a quant à elle fait l'objet d'une association aux réseaux de Petri pour l'analyse des tâches humaines en vue de la spécification de l'IHM [16]. C'est également avec cet état d'esprit que nous étudions les méthodes actuellement, en visant à nous orienter vers les modélisations les plus riches et utiles possibles en vue de l'amélioration du processus de prescription.

Nous présentons ici un exemple d'application des méthodes du GL à la modélisation d'une partie du processus « médicaments », la « commande en pharmacie ». La modélisation s'applique à la fois à la situation actuelle (avec dispositif de travail papier) du CHRU de Lille, et à une application informatique existante, de type « circuit du médicament », susceptible d'être à terme implantée au CHRU.

3 Méthodes

Pour procéder à cette modélisation, outre l'étude des méthodes et modèles disponibles en GL et en IHM, il a fallu comprendre finement la situation de travail dans laquelle il s'agissait de les appliquer. Cette étape a été menée en étroite collaboration avec les ergonomes en charge de l'analyse des tâches et de l'activité des usagers. Des observations sur sites (non encore informatisés) ont été effectuées en parallèle dans tous les secteurs de la pharmacie et dans plusieurs unités de soins (Néphrologie, Neurochirurgie, Cardiologie). Des entretiens directifs ont ensuite été menés pour affiner la compréhension de l'activité dans certains secteurs de la pharmacie et dans les unités de soins.

Par ailleurs une analyse préalable de la situation future (avec outil informatique) a été nécessaire, consistant en l'étude des manuels utilisateurs envisagés, de la formation organisée par l'entreprise qui a réalisé le logiciel et la pratique de l'outil qui repose sur la simulation de scénarii.

4 Résultats

4-1 Modélisation GL de la situation actuelle (non informatisée)

Les données étant récoltées, il s'agit de procéder à une analyse et une modélisation judicieuse afin de dégager les éléments importants. Cela n'est pas chose facile car les situations étudiées sont très riches et la plupart des techniques proposées en Génie Logiciel sont génériques et nécessitent selon nous des adaptations pour pouvoir les appliquer aux activités (et informatisations envisagées) qui nous intéressent ici. La figure 1, met en évidence des rôles des acteurs au sein de l'activité *commandes pharmaceutiques*. Le modèle choisi pour représenter cette information est le diagramme d'objets UML, auquel nous avons apporté quelques aménagements : en effet, il nous semble que les éléments de formalisation et les extensions de ce type de diagramme apportent une vue intéressante du système. Chaque objet (rectangle) représente un élément du système, par exemple médecin, pharmacie, service hospitalier... Les relations entre ces objets peuvent être (1) de type agrégation (losange), c'est-à-dire qu'un objet est composé de sous objets, (2) de type association (trait noir), c'est-à-dire qu'un objet est connecté à un autre objet et enfin (3) de type lien (trait de styles différents) exprimé par un verbe ou une forme verbale. De plus, une flèche permet d'indiquer le sens de lecture. Ce dernier élément est très important quant à la représentation des rôles des acteurs. Par exemple, on peut lire sur le diagramme que l'infirmière prépare les commandes globales SH (service hospitalier), les commandes urgentes SH et les commandes nominatives SH ou encore que le médecin communique directement avec le secteur des produits stériles/non stériles et avec le secteur des URCC. Ensuite, chaque objet peut être classé selon des catégories différentes. Pour représenter cela, on utilise les stéréotypes qui permettent aux utilisateurs (membres du projets) de mieux comprendre et de se faire une représentation plus claire du système. Par exemple, on peut comprendre que médecin, infirmière, préparateur, pharmacien, coursier sont des acteurs ou encore que le guichet des commandes globales, le guichet des urgences sont des services. Enfin, un dernier élément (rectangle relié par un trait en pointillés) permet d'ajouter des commentaires sur les liens afin de préciser des détails importants à prendre en compte. Ce modèle permet donc d'avoir une vue de l'organisation des commandes pharmaceutiques en insistant sur le rôle des acteurs au sein de cette organisation.

4-2 : modélisation GL de la situation future, avec application informatique

L'analyse et la modélisation dont il est question ici, concerne une première interprétation d'un logiciel de gestion du circuit du médicament, potentiellement intégrable dans les

activités des différents acteurs, et non d'une analyse sur le terrain avec l'outil informatique. Cette première étude permet d'avoir une idée quant aux changements que peut apporter l'intégration d'un tel logiciel. Notamment, le modèle présenté ensuite (figure 2) met en évidence les rôles que peuvent avoir les différents profils utilisateurs au sein de l'organisation des commandes pharmaceutiques supportée pour le logiciel. Ainsi, tout comme l'analyse de l'activité, l'étude de méthodes issues du Génie Logiciel a permis de réaliser une première interprétation. En effet, il ne s'agit plus d'analyser une activité mais une application informatique de type circuit du médicament. Toutefois, le modèle de départ utilisé est le même que précédemment, c'est-à-dire le diagramme d'objets UML. L'analyse ne porte que sur une partie du logiciel ; il s'agit de l'organisation des commandes pharmaceutiques supportée par le logiciel. Ainsi sur le diagramme, le stéréotype « incomplet » entre accolades signifie que l'organisation totale supportée par le logiciel ne figure pas sur le diagramme. Les autres éléments utilisés sont les mêmes que précédemment, néanmoins ils doivent être adaptés. Par exemple, pour les stéréotypes, il est question de composants d'interface. De ce fait, sur le diagramme on peut comprendre que le profil utilisateur prescription est un utilisateur de l'interface ou encore que l'objet prescription est une interface de saisie. Ce diagramme présente donc une vue de l'interface concernant les commandes pharmaceutiques supportées par le logiciel ainsi que le rôle que peuvent avoir les différents profils utilisateurs.

4-3 : Intérêt de la modélisation : confrontation des deux situations

En conséquence, on peut remarquer suite aux analyses, qu'il est question ici de deux organisations différentes. En effet, les modèles présentés mettent en évidence les rôles des acteurs au sein de l'organisation des commandes pharmaceutiques au CHRU pour l'un et le rôle des profils utilisateurs au sein de l'organisation des commandes pharmaceutiques supportée par le logiciel. On constate que l'intervention de l'infirmière est pratiquement omniprésente dans le premier diagramme. Tandis que dans le deuxième, le profil infirmière n'a accès qu'aux commandes nominatives. Ainsi, on comprend que tout se passe entre le médecin et le pharmacien avec le logiciel. Par conséquent, les rôles sont considérablement différents et l'outil informatique peut apporter des changements importants dans l'organisation déjà existante. La modélisation montre que l'intégration de certains outils met en jeu des éléments importants, notamment ici le rôle des acteurs au sein de l'organisation. Ces modèles apportent donc des supports d'analyse et de réflexion qui peuvent aider les membres du projet à améliorer le mieux possible le processus en question.

5 Discussion - conclusion

Au vu des enjeux inhérents à la problématique du processus de prescription en milieu hospitalier et à la masse d'informations brutes découlant des analyses menées sur le terrain en lien avec les activités des acteurs concernés, une modélisation la plus complète possible s'avère utile. Les premières modélisations, exploitant des méthodes et modèles provenant du GL et de l'IHM, ont mené à des résultats encourageants. Nous avons pu élaborer des descriptions facilitant le dialogue, des évaluations et des validations conjointes, au sein des équipes projet réunissant en particulier psychologues et informaticiens, en lien avec les acteurs du processus de prescription. Ces descriptions doivent ensuite mener à des propositions concrètes relatives à la conception des outils logiciels venant en support des activités et à leur interface homme-machine ; faciliter cette transition demande des recherches complémentaires.

Il est très important maintenant d'aller plus loin dans la modélisation, et d'y intégrer

progressivement différentes notions difficiles à modéliser (interruptions, erreurs, adaptation du système d'information, habitudes de travail...). En effet, il n'est pas évident de prendre en compte ces notions. Par exemple, les habitudes de travail impliquent l'utilisation d'un vocabulaire différent, de techniques de travail différents, de supports différents. Ce travail est en cours.

Remerciements

Les auteurs remercient le FEDER, la Région Nord-Pas de Calais (projet TAC MIAOU) et le réseau RNTS (projet Presc'Info) qui ont apporté un support à ces travaux.

Références

- [1] Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS. *To Err is Human*, Washington, DC.:National Academy Press, 1999.
- [2] Actes du 4ème forum AAQTE *Amélioration de la qualité des soins, plaidoyer pour le circuit du médicament : de l'organisation à l'acte clinique*, le Pharmacien Hospitalier supplément au N° 154, septembre 2003.
- [3] Bates DW, Evans RS, Murff H, Stetson PD, Pizziferri L, Hripcsak G. Detecting Adverse Events using information Technology, *J. Am. Med. Inform. Assoc.*, 2003, 10 (2), pp. 115-128.
- [4] Bates DW, Teich JM, Lee J, Seger D, Kuperman GJ, Ma'Luf, Boyle D, Leape L. The impact of Computerized Physician Order Entry on medication error prevention, *J. Am. Med. Inform. Assoc.*, 1999, 6 (4), pp. 313-321.
- [5] Kuperman GJ, Gibson RF. Computer Physician Order entry: benefits, costs, and issues. *Ann. Intern. Med.* 2003; 139: 31-39.
- [6] Le Moigne JL. *La théorie du système général - théorie de la modélisation*. Presses Universitaires de France, 1977.
- [7] Nanci D, Espinasse B. *Ingénierie des systèmes d'information : MERISE, deuxième génération*. Vuibert, Paris, 2001.
- [8] Tarby JC., *Gestion automatique de dialogue homme-machine à partir de spécifications conceptuelles*, Thèse de 3ème cycle informatique, Toulouse, 1993.
- [9] Ross D.T, *Structured analysis (SA) : a language for communicating ideas*, IEEE Transactions on software engineering, 1977, 3(1), pp 16-34.
- [10] Adam E. *Modèle d'organisation multi-agent pour l'aide au travail coopératif dans les processus d'entreprise, application aux systèmes administratifs complexes*. Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis, Septembre, 2000.
- [11] Kolski C. *Analyse et conception de l'IHM, Interaction Homme-Machine pour les Systèmes d'information, volume 1*, Paris : Hermes, 2001.
- [12] Diaper D, Stanton N. *Handbook of Task Analysis for Human-Computer Interaction*. London: Lawrence Erlbaum Associates, 2003.
- [13] Tarby JC, Barthet MF. Analyse et modélisation des tâches dans la conception des systèmes d'information : mise en œuvre avec la méthode Diane+. In Kolski C., *Analyse et conception de l'IHM, Interaction Homme-Machine pour les Systèmes d'information, volume 1*, Paris : Hermes, 2001.
- [14] Pinheiro da Silva P, Paton N. UMLi : The Unified Modelling Language for Interactive Applications. *Proceedings UML 2000 : 3rd International Conference on the Unified Modelling Language*, Octobre, York, United Kingdom, 2000.
- [15] Ruault, JR. *UML and interactive systems, another step forward*. In Kolski C., Vanderdonck J. (Eds.), *Computer-aided Design of User Interface III*. pp. 243-256, 2002.
- [16] Abed M, Ezzedine H, Vers une démarche intégrée de conception-évaluation des systèmes Homme-Machine. *Journal of decision systems*, Vol. 7, pp. 147-175, 1998.

Adresse de correspondance

Stéphanie Bernonville

LAMIH-UMR-CNRS 8530, Le Mont Houy, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis, F-59326 Valenciennes cedex, France, email : steph.bernon@wanadoo.fr - www.univ-valenciennes.fr/LAMIH

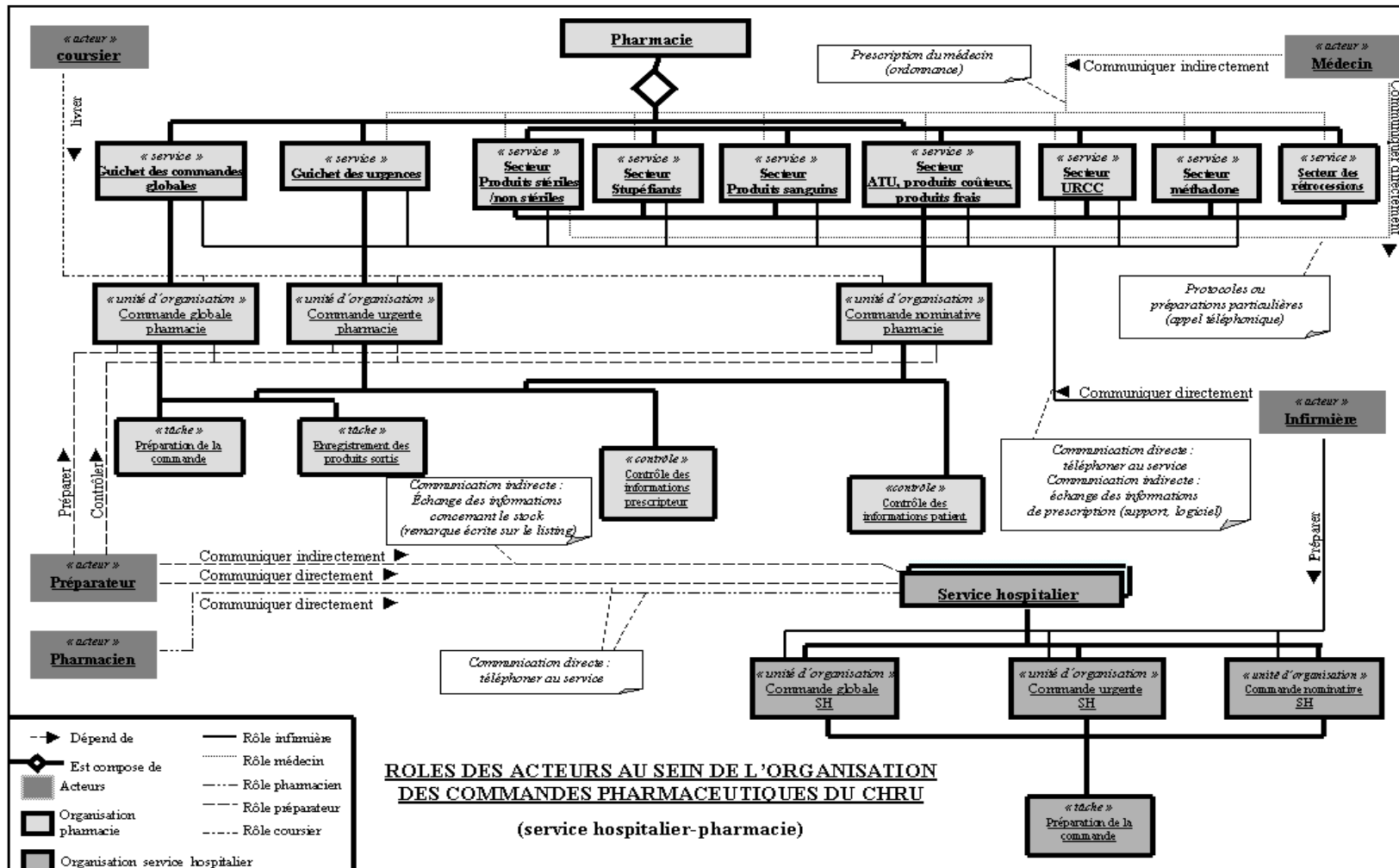


Figure 1 : rôles des acteurs au sein de l'organisation des commandes pharmaceutiques du CHRU

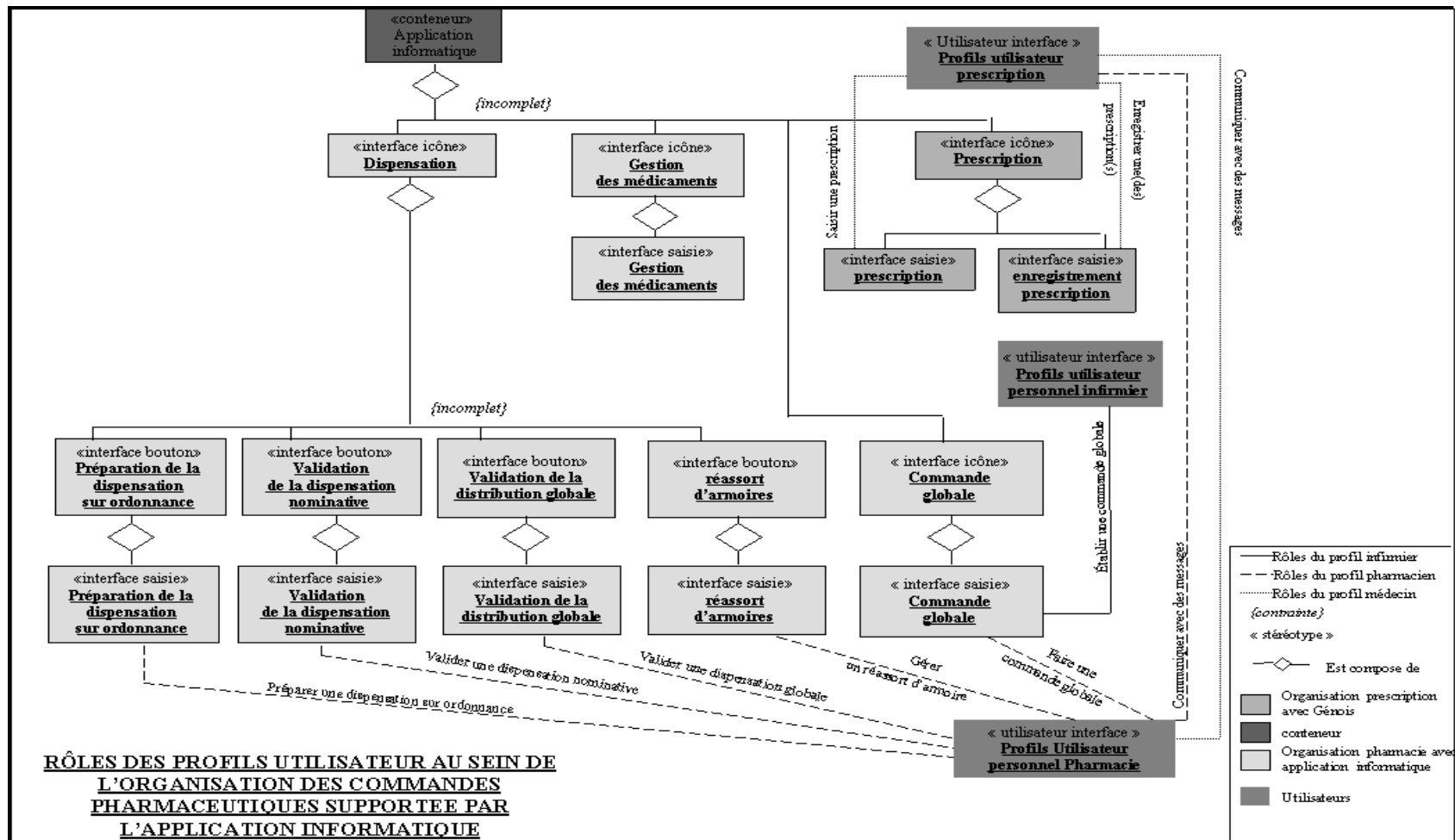


Figure 2 : rôles des profils utilisateur au sein de l'organisation des commandes pharmaceutiques supportée par le logiciel