HAL
open science

Conception de systèmes collaboratifs multimodaux : Analyse Comparative de Notations

Frédéric Jourde, Yann Laurillau, Laurence Nigay, Alberto Moran

To cite this version:

Frédéric Jourde, Yann Laurillau, Laurence Nigay, Alberto Moran. Conception de systèmes collaboratifs multimodaux : Analyse Comparative de Notations. the 20th International Conference of the Association Francophone d'Interaction Homme-Machine, Sep 2008, Metz, France. pp.121, 10.1145/1512714.1512738 . hal-03286445

HAL Id: hal-03286445

https://hal.science/hal-03286445v1

Submitted on 14 Jul 2021

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.

Conception de Systèmes Collaboratifs Multimodaux : Analyse Comparative de Notations

Frédéric Jourde, Yann Laurillau, Laurence Nigay

Laboratoire d'Informatique de Grenoble (LIG)
Domaine Universitaire
38042, Grenoble, France
{Frederic.Jourde,Yann.Laurillau,Laurence.Nigay}@imag.fr

Alberto Moran

Facultad de Ciencias, UABC,
Ensanada, Mexique
alberto_moran@uabc.mx

RESUME

Les systèmes interactifs multi-dispositifs, multi-surfaces et multi-utilisateurs sont devenus monnaie courante pour un nombre d'applications "réelles". C'est notamment le cas dans le domaine militaire des postes de commande qui est, en l'occurence, un de nos domaines d'application. Toutefois, il existe peu de notations pour concevoir des interfaces multimodales ET collaboratives. Aussi, en vue d'adopter et proposer une telle notation, dans le cadre d'une démarche empirique, nous présentons dans ce papier comment nous avons appliqué et comparé quatre notations à partir d'un cas d'étude. Ce dernier repose sur une application qui permet, entre autre, de favoriser les recontres informelles et le partage de documents entre le personnel médical d'un hôpital. Aussi, nous comparons les qualités descriptives de ces notations et mettons en relief leurs différences, en particulier sur leurs capacités à décrire les activités collaboratives. Toutefois, il ne s'agit pas d'une évaluation mais d'une mise en regard pour mettre en évidence leur complémentarité et ainsi leur capacité à spécifier une interface utilisateur multimodale et collaborative.

MOTS CLES : TCAO, multimodalité, multidispositifs, notation de spécification.

ABSTRACT

Interactive systems including multiple interaction devices and surfaces for supporting the collaboration of a group of co-located users are increasingly common in real applications. These include collaborative and multimodal military command posts, the latter of which is one of our application domains. Nevertheless few collaborative and multimodal interface specification notations are proposed. As a first step towards a notation for specifying a design solution prior to its software design and development, we adopt an empirical approach. In this paper we apply and compare four existing notations for collaborative systems by considering a case study, namely, a system for supporting informal co-located collaboration in hospital work. Since the selected notations differ in their descriptive qualities, with some focusing on collaborative tasks while others focus on the users' roles and on collaborative situations, our goal is not to empirically evaluate the notations. Our goal is rather to assess their complementary aspects and their projected ability to specify a multimodal collaborative user interface.

CATEGORIES AND SUBJECT DESCRIPTORS: H5.m. Information interfaces and presentation (e.g., HCI): H.5.2 User Interfaces, H5.3 Group and Organization Interfaces.

GENERAL TERMS: CSCW, multimodality.

KEYWORDS: CSCW, multimodality, multi-devices, specification notation.

INTRODUCTION

Les travaux en matière de systèmes interactifs multimodaux, notamment dans le domaine des interactions multi-surfaces et multi-dispositifs, connaissent des avancées importantes, notamment dans le domaine du Travail Coopératif Assisté par Ordinateur (TCAO) pour des applications de collaboration colocalisée au sein d'espaces intelligents. Aussi, ces avancées connaissent un aboutissement par de nombreuses réalisations concrètes dans le domaine médical [11,13] et militaire. Par exemple, dans le cadre d'un projet avec la DGA, nous étudions comment concevoir des postes de commande chargés de contrôler un groupe de drones. Ce type de poste met en relation un ensemble d'utilisateurs, distants et colocalisés, endossant divers rôles évoluant dynamiquement et interagissant avec différentes ressources. Ce projet montre que, une fois que l'on dépasse le stade du prototype pour une réalisation industrielle, il est nécessaire de diposer d'outils de conception et de spécification idoines. Aussi, dans cet article, nous nous penchons sur les problèmes que soulève la spécification de telles interfaces utilisateurs multi-modales et collaboratives.

L'utilité de spécifier une interface est une chose acquise de longue date et de nombreuses notations ont été proposées pour spécifier les tâches, le dialogue, les séquences

d'interaction, l'interface concrète, la dynamique des groupes, etc. L'apport de ces notations, à la fois du point de vue de leur pouvoir descriptif et de l'aide au développement, a été démontré par [6]. Dans [10], l'étude de nombreuses notations a montré qu'une représentation des interactions est couverte par quatre modèles : tâche, domaine, interface concrète et abstraite. Cependant, la plupart de ces notations sont dédiées aux interfaces mono-utilisateur WIMP. Aussi, nous nous intéressons aux extensions que l'on pourrait envisager pour considérer des interfaces multi-modales et collaboratives de nouvelle génération.

Dans le cadre de ce projet, nous nous sommes concentrés sur (1) le pouvoir descriptif des notations existantes et (2), plus particulièrement, sur les notations pour la conception d'interface utilisateur collaborative.
Selon [1], trois dimensions sont à considérer pour évaluer un modèle de l'interaction : le *pouvoir descriptif*, c'est-à-dire la capacité à décrire une interface ; le *pouvoir évaluatif*, c'est-à-dire la capacité à évaluer la qualité d'une ou plusieurs solutions de conception ; le *pouvoir génératif,* c'est-à-dire la capacité à accompagner le concepteur pour imaginer de nouvelles solutions. Nous avons choisi d'étudier en premier le pouvoir descriptif des notations. Les deux autres aspects seront étudiés dans un second temps, notamment à travers l'utilisation d'outils de conception s'appuyant sur ces notations.
Comme nous sommes également préoccupés par la modélisation des interfaces multi-modales, nous nous intéressons aux notations existantes pour concevoir une interface utilisateur concrète. S'intéresser aux interfaces multi-modales et multi-utilisateurs ouvre un vaste champ de possibilités encore peu exploré. Au delà de la simple considération des propriétés multi-modales d'une interface concrète, comme les propriétés CARE [2], ou des propriétés multi-utilisateurs d'une interface abstraite, nous visons à mettre en évidence et spécifier les situations de couplage fort, en terme interactionnel, entre deux utilisateurs engagés dans la réalisation d'actions communes, mutuellement observables et dépendant l'un de l'autre par ce qui est produit par les différentes modalités exploitées en sortie.

Aussi, pour étudier ces notations, nous avons choisi une démarche empirique. Pour cela, nous avons utilisé plusieurs notations sur un cas d'étude : un système interactif mettant en œuvre des modes de collaboration informelle entre médecins dans un environnement hospitalier. Il est évident que cette approche ne vise pas à évaluer les notations retenues selon les critères identifiés par [6] ni selon leurs "dimensions cognitives" [5]. Bien que les cinq notations retenues diffèrent de par leurs qualités descriptives, notre objectif est de mettre en évidence leurs complémentarités et leur capacité à pouvoir spécifier une interface multi-modale et multi-utilisateurs.

Dans la suite, nous présentons brièvement notre cas d'étude puis expliquons comment nous avons retenu les cinq notations. Puis, pour chaque notation, nous présentons comment nous avons décrit notre cas d'étude en mettant en avant les points qui nous semblent les plus importants. Enfin, nous terminons par une discussion qui compare et met en relief les complémentarités entre ces notations.

CAS D'ÉTUDE : COLLABORATION INFORMELLE EN MILIEU HOSPITALIER

Figure 1 : (1) Réunion informelle entre deux médecins : partage et contrôle à distance d'un grand écran depuis un PDA. (2) Interface graphique du PDA, composé d'une vue radar de l'écran public (A) et d'outils de contrôle (B).

Le système collaboratif mis en œuvre par [11] outille les échanges professionnels opportunistes, informels, et co-localisés entre les membres du personnel médical hospilalier. La figure 1 illustre l'interface multi-utilisateur et multi-surface de ce système que nous décrivons dans la suite à l'aide de différentes notations. Ce système permet à deux médecins de partager des documents extraits du dossier médical d'un patient tel qu'une radio ou des notes. Comme le montre la figure 1-1, ces informations sont présentées sur un grand écran interactif (*écran public*) et partiellement représentées sur un PDA (*écran privé*).

Les deux utilisateurs : *utilisateur de l'écran public* ou *utilisateur du PDA*, ont des capacités interactionnelles asymétriques. L'utilisateur du PDA, avant de pouvoir partager des documents, doit initier une session de partage en sélectionnant un dispositif public, tel que le grand écran, présent dans l'entourage du PDA et qui aura, au préalable, été détecté par le système. Une fois que le dispositif est sélectionné, une partie de la surface interactive projetée sur le grand écran est reproduite partiellement sur le PDA (figure 1-2). À l'aide d'une vue radar (figure 1-2a), l'utilisateur peut changer le point de vue sur le grand écran. Enfin, un pointeur de souris est présenté sur le grand écran ; celui-ci sert à interagir avec le médecin annotant les documents et est contrôlée à partir du PDA. L'utilisateur de l'écran public peut uniquement annoter les documents présents sur l'écran public à l'aide d'un stylo feutre virtuel.

CRITERES DE SELECTION DES NOTATIONS

Le tableau 1 résume notre état de l'art sur un ensemble de notations pour la conception de collecticiel. La première colonne met en évidence les qualités descriptives de la notation. Outre Orchestra qui vise à décrire les situations de travail collaboratif et leur dynamique, TKS qui vise à décrire les connaissances nécessaires à

l'accomplissement d'une tâche, UML-G qui vise à modéliser des données partagées, la majorité des notations sont centrées sur la description des tâches individuelles et collaboratives.

Une première approche pour choisir une notation aurait pu être la forme du langage employé (graphique, tabulaire, textuel, etc) comme dans [7]. Cependant, cette solution n'est pas satisfaisante étant donné que la plupart des notations s'appuient sur plusieurs types de représentations (#R) comme le fait apparaître le seconde colonne du tableau 1. De plus, s'agissant d'une première étape dans notre travail, nous avons choisi de ne retenir que les notations qui permettent la spécification des tâches système et utilisateur, ce qui exclut d'office TKS. Enfin, nous n'avons pas retenu CUA car il s'agit d'une notation dédiée principalement à l'évaluation et n'apporte pas directement un support à la spécification.

Notation	Préoccupation	#R	Ex.
CTT [12]	Analyse de tâche individuelle et collaborative.	1	oui
CUA [5]	Situation de travail collaborative, analyse de tâche individuelle et collaborative.	4	non
GTA [16]	Situation collaborative, dynamique du travail, analyse de tâche individuelle et collaborative, IU concrète.	4	non
MABTA [9]	Situation collaborative, Analyse de tâche individuelle et collaborative, IU concrète.	4	non
Orchestra [3]	Situation collaborative	1	non
TKS [8]	Modèle cognitif des tâches collaboratives : connaissance impliquée dans les tâches.	3	oui
UML-G [15]	Profil UML pour les données partagées.	13	oui

Tableau 1 : Notations pour les collecticiels (Ex. = Extension).

Pour conclure, nous avons donc retenu cinq notations : CTT, GTA, MABTA, Orchestra et UML-G. De plus, ce choix permet de couvrir divers domaines, comme le montre la figure 2 : les sciences sociales, le génie logiciel et, bien sûr, l'interaction homme-machine.

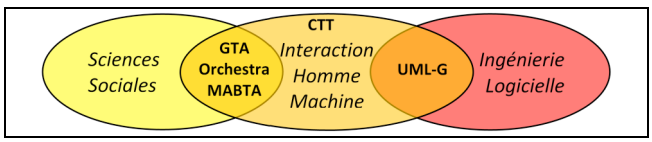

Figure 2 : Relation entre les 5 notations et leurs disciplines.

UTILISATION DES NOTATIONS SELECTIONNÉES

Dans cette partie, nous présentons nos résultats et commentaires sur la modélisation de notre cas d'étude à l'aide de CTT, UML-G et Orchestra. Pour ce faire, nous avons attribué à chaque auteur une notation. Il convient de préciser qu'aucun auteur n'est expert de l'une des notations. De plus, nous n'avons pas communiqué afin de ne pas s'influencer mutuellement. Cependant, les résultats présentés dans la suite sont normalisés afin de faciliter la lecture et l'analyse croisée des résultats. Par manque d'espace les autres analyses sont disponibles dans un autre document [17].

Modélisation à l'aide de CTT

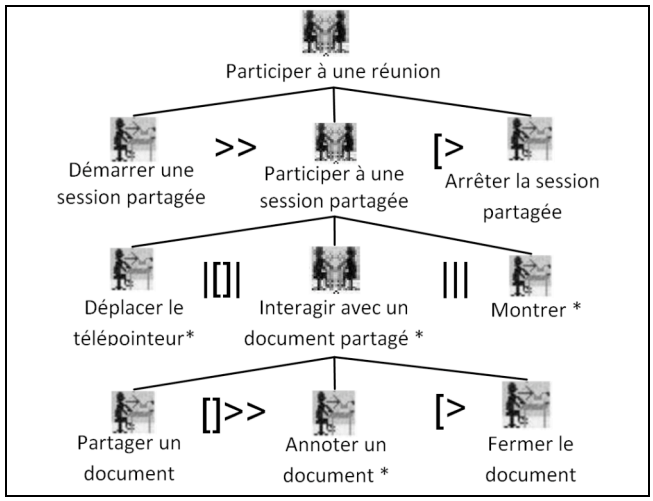

Figure 3 : Arbre de tâche collaborative de notre cas d'étude.

La notation CTT est à l'origine destinée à la description d'arbre de tâches mono-utilisateur et a été étendue pour prendre en compte les activités collaboratives. Celles-ci peuvent être décrites en utilisant plusieurs arbres de tâches : un arbre pour décrire les activités collaboratives et un arbre de tâches individuelles par rôle identifié. Un arbre de tâches collaboratives contient des tâches collaboratives et des tâches individuelles de haut niveau. Ces dernières sont raffinées dans les arbres de tâches individuelles jusqu'au niveau des tâches concrètes. Pour notre cas d'étude, nous avons considéré un arbre de tâches collaboratives (figure 3) et deux arbres de tâches individuelles pour les rôles *utilisateur du PDA* (non représenté) et *utilisateur de l'écran public* (figure 4).

La notation CTT introduit cinq types de tâches : les tâches individuelles, les tâches abstraites qui doivent être raffinées en sous-tâches, les tâches systèmes, les tâches mentales et les tâches collaboratives. Ces dernières sont des tâches abstraites dont le raffinement fait apparaître des tâches individuelles associées à plusieurs rôles. Les relations entre les tâches sont définies par des opérateurs hérités de LOTOS. Par exemple, dans la figure 3, nous utilisons les opérateurs suivants : *la concurrence* (|||), *la concurrence avec échange d'information* (|[]|), *l'activation* (>>), *l'activation avec passage d'information* ([]>>), *la désactivation* ([>) et un opérateur unaire pour *l'itération* (*).

Ainsi, la tâche *participer à une réunion* est décomposée en trois sous-tâches séquentielles : *démarrer une session partagée*, *participer à une session partagée*, et *arrêter la session partagée*. Les deux premières sous-tâches sont reliées par un opérateur d'activation ce qui signifie que les deux utilisateurs peuvent collaborer dès qu'une ses-

sion de partage démarre. L'opérateur de *désactivation* entre les deux dernières sous-tâches indique que *l'utilisateur du PDA* peut mettre fin à la session de partage. La tâche *participer à une session partagée* est décomposée en trois sous-tâches concurrentes : *déplacer le télépointeur*, *interagir avec un document*, et *montrer*. Les deux premières sous-tâches sont associées par un opérateur de concurrence avec échange d'information pour indiquer que le télépointeur qui se déplace sur l'écran public est contrôlé par le PDA. Enfin, la tâche *interagir avec un document* est décomposée en trois sous-tâches séquentielles : *partager un document*, *annoter un document*, et *fermer un document*. Cela indique que l'utilisateur du PDA peut partager un document avec l'utilisateur de l'écran public et que ce dernier peut l'annoter. L'opérateur d'*activation avec passage d'information* rend explicite le partage du document.

Les tâches individuelles de l'arbre de tâches collaboratives peuvent être décrites dans les arbres de tâches individuelles. En revanche, les tâches collaboratives ne doivent pas y apparaître. Aussi, nous avons maintenu la cohérence entre les arbres en utilisant des tâches abstraites en lieu et place des tâches collaboratives comme l'illustre la figure 4.

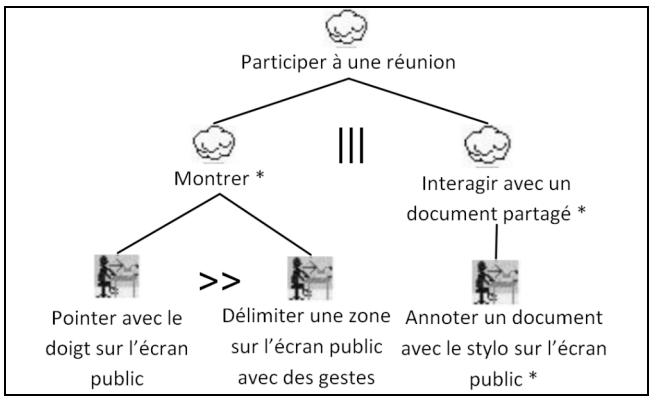

Figure 4 : Arbres de tâche individuelle du rôle de participant à la réunion sur écran public.

CTT peut être utilisé pour décrire les tâches concrètes, mais cette notation n'offre pas la possibilité de définir les ressources et les modalités d'interaction accessibles pour l'accomplissement de ces tâches. Le seul moyen de le faire est de le spécifier au sein des noms de tâche, par exemple : *annoter un document avec le stylo sur l'écran public*. Ainsi, il n'est pas possible de spécifier formellement et de décrire l'hétérogénéité des ressources d'interaction. De plus, la notation ne permet pas de représenter les objets ou de définir une politique de partage. Par exemple, nous pouvons spécifier le contrôle du télépointeur par le PDA, mais pas son observabilité par les deux rôles utilisateurs.

Pour conclure, la notation CTT est suffisamment précise pour décrire l'interaction entre les rôles et le système mais pas entre les rôles. Enfin, CTT souffre de l'absence de modèle complémentaire pour décrire par exemple : les objets partagés et les ressources d'interaction.

Modélisation à l'aide d'UML-G

UML est un formalisme pour la conception de système et visant à le décrire à l'aide de plusieurs vues : une vue utilisateur par les cas d'usage ; une vue système par la vue logique ; la vue d'implémentation pour décrire les dépendances entre les modules logiciels ; une vue processus pour décrire l'ordonnancement et les tâches concurrentes ; et une vue de déploiement pour décrire la topographie du système. UML propose de décrire un système au travers de 13 types de diagramme différents.

UML-G propose d'adapter UML pour la conception de collecticiel par le biais de plusieurs stéréotypes. Le premier est le stéréotype *<<shared>>*. Son utilisation sur un objet ou une relation signifie qu'il peut être partagé lors d'une session collaborative. Un objet dispose de propriétés spécifiques : *{lockable}*, *{observable}* ou *{distribution}*. Les stéréotypes *<<sharedRole>>*, *<<sharedActor>>* et *<<sharedActivities>>* héritent du stéréotype *<<shared>>* ; ils définissent les concepts de rôle, d'acteur, et d'activité collaborative.

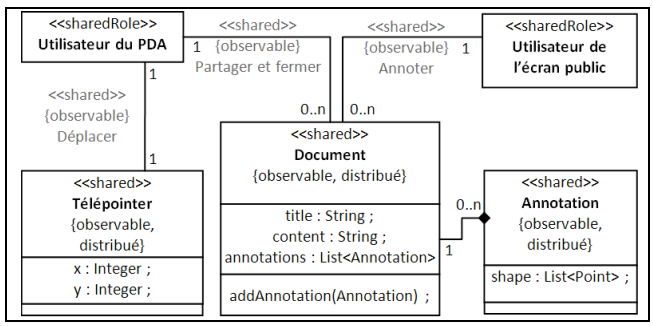

Figure 5 : Diagramme de classe.

Comme le montre la figure 5, nous considérons trois objets génériques : les classes *Télépointeur*, *Document*, et *Annotation*. L'objet *Télépointeur* est un télépointeur graphique partagé, contrôlé par le PDA et visible sur l'écran public. L'objet *Document* recouvre les fichiers médicaux pouvant être partagés par les médecins, et l'objet *Annotation* représente les annotations ajoutées par le médecin sur l'écran public à l'aide du stylo. Ces trois objets sont des objets collaboratifs et sont marqués du stéréotype *<<shared>>*. De plus, ils sont observables et répliqués sur le PDA et l'écran public. Enfin, nous avons ajouté les rôles *utilisateur du PDA* et *utilisateur de l'écran public*, identifiables par le stéréotype *<<sharedRole>>* puisqu'ils participent aux sessions collaboratives. Nous avons marqué les relations *déplacer*, *partager et fermer*, et *annoter* par le stéréotype *<<shared>>*. Cela signifie que seul l'utilisateur du PDA peut manipuler le télépointeur (cardinalité 1-1) et les documents (cardinalité 0-n). Comme le montre la figure 5, l'utilisateur de l'écran public peut annoter les documents ce qui est défini par la relation *annoter*. Nous avons volontairement simplifié le diagramme de classe de la figure 5 pour cet article. En

effet, un diagramme de classe complet devrait inclure des éléments de l'interface. Nous avons choisi ici de nous concentrer sur les objets partagés au sein de la session collaborative.

Le diagramme de classe fournit une vue statique du système. Nous produisons un diagramme d'activité (non représenté) qui décrit l'enchaînement des interactions utilisateurs. Ce diagramme est organisé en deux colonnes (une par rôle). Une activité est représentée par un rectangle arrondi et un nom. L'ordonnancement est représenté par des lignes connectant les rectangles. Il est également possible de modéliser les interactions au travers d'un diagramme d'état transition, tandis que les diagrammes de séquence permettent de décrire les enchaînements de réactions du système aux actions utilisateurs.

Dans cette partie, nous nous intéressons à la valeur ajoutée d'UML-G comparé à UML et non sur ce qu'UML apporte à la conception de collecticiel.

Premièrement, les stéréotypes introduits par UML-G sont utiles pour expliciter le partage et l'observabilité des objets de notre cas d'étude, ainsi que les rôles impliqués dans les activités de partage. De plus, nous avons été capables d'expliciter l'observabilité des manipulations d'objet par le stéréotypage des relations entre les rôles et les objets. En conséquence, ces stéréotypes sont utiles pour mettre l'accent sur les aspects collaboratifs d'un système interactif. Notons que nous avons uniquement utilisé les propriétés *{observable}* et *{distribution}* pour notre cas d'étude. Enfin, nous avons trouvé qu'il était difficile de modéliser le dialogue avec UML-G. En effet, les relations entre rôles et objets au sein du diagramme de classe ne sont pas pratiques pour représenter l'interaction. Un diagramme de classe complet aurait été surchargé de relations lui faisant perdre son utilité pour la conception.

Deuxièmement, le diagramme d'état-transition est utile pour décrire à grain fin les interactions utilisateurs avec le système et ses états observables par les utilisateurs. Cela est principalement dû à la propriété *{observable}* qui aide le concepteur à expliciter la rétroaction et la conscience de groupe.

Modélisation à l'aide d'Orchestra

Orchestra est une notation qui propose de décrire une suite de situations collaboratives sous la forme d'une partition musicale, où chaque ligne d'une portée correspond à un concept des collecticiels : les rôles utilisateurs, les activités des utilisateurs, les processus en termes d'état et de transition, les artéfacts utilisés lors des activités et le contexte de la situation collaborative. Chaque mesure décrite sur la portée correspond à une situation.

Nous avons modélisé au sein des figures 6 et 7 notre cas d'étude. Tout d'abord, nos deux médecins se rencontrent fortuitement dans la salle de pause de l'hôpital. La figure 6 (1) illustre uniquement la situation du point de vue de l'interne (Juan), le point de vue du médecin (Rodriguez) étant similaire. Juan joue son rôle d'*interne* et réalise l'activité *se rencontrer* dans le contexte de la *salle de pause*. Dans les situations (2) et (3) de la figure 6, Juan, prend le rôle de *préparateur de la réunion*. Il démarre une session partagée sur l'écran public de la salle de pause, puis partage un fichier correspondant à la radio d'un patient.

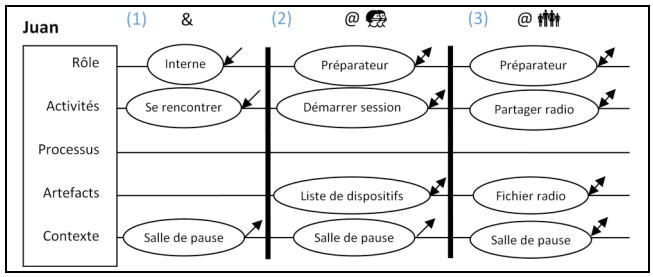

Figure 6 : Description d'une situation de rencontre et préparation d'une réunion informelle.

Afin de représenter la participation des éléments de la situation, Orchestra identifie trois types de participation effectuée par les acteurs de la situation : *l'action* (↓), *l'observation* (↑), ou *l'édition* (↕). Ces flèches peuvent être doublées sur un rôle pour indiquer qu'il s'agit du rôle principal de la situation. Ainsi, dans la situation (1), l'activité *se rencontrer* correspond à une *action*, tandis que la *salle de pause* est marquée *est observé* par Juan. Pour la situation (3), l'activité de *partage d'une radio* est une activité *d'édition*.

Orchestra permet de préciser les situations selon plusieurs aspects : la synchronisation (synchrone ou asynchrone), la conscience de groupe (nulle, pour certain acteurs), ou la manière de se coordonner (sociale ou assurée par ordinateur). Ainsi nous avons décoré la situation (1) avec un & indiquant que la rencontre se fait de manière synchrone, et les situations (2) et (3) avec un @ indiquant leur caractère asynchrone. Nous précisons avec 🕶 que les activités de Juan ne sont pas observables par Rodriguez lors de la situation (2). En revanche, lors de la situation (3), l'affichage de la radio sur l'écran public est observable par tous, ce que nous indiquons par le symbole 👪.

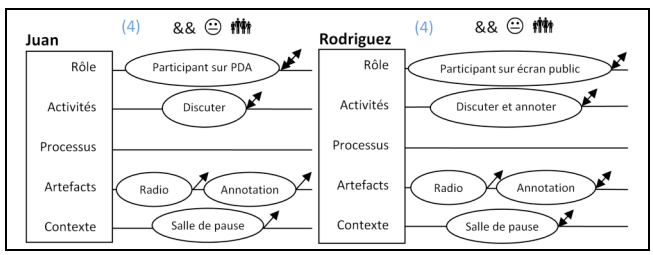

Figure 7 : Description de situation d'interaction collaborative autour d'une radio lors d'une réunion informelle.

La figure 7 illustre la situation d'interaction collaborative autour de la radio selon le point de vue des deux rôles : *participant sur PDA* et *participant sur écran public*. Les deux participants peuvent *discuter* ensemble, et Ro-

driguez peut également *annoter* sur la radio. Cette situation collaborative est fortement synchrone ce que nous indiquons par &&. La conscience des autres est totale (👥), et la collaboration est régie selon les règles sociales en vigueur (😐), c'est-à-dire : par le respect mutuel entre les interlocuteurs.

La modélisation des situations collaboratives avec Orchestra nous a conduit à découper la réunion en plusieurs situations distinctes correspondant aux activités successives. Ce découpage nous pousse à préciser les rôles, les artéfacts et le contexte lié à chacune des activités, ainsi que leurs relations avec les acteurs. La modélisation des rôles endossés par les acteurs au cours du temps s'exprime par l'intermédiaire de la succession de situations. Ceci est pratique et utile pour la description de scénario d'usage de systèmes collaboratifs informels comme notre cas d'étude. Dans un cadre d'une interaction formelle tel que le projet de poste de commandement de drone, la description de ces scénarios est particulièrement utile puisqu'ils sont en partie déterminés lors de la conception du système.

La conscience de groupe pour chaque situation est très simple à décrire par l'intermédiaire de décoration de situation. Ces décorations permettent d'expliciter l'observabilité des actions et des artéfacts aux membres du groupe. Néanmoins, dans le cas que nous n'avons pas utilisé : la conscience partielle destinée à certain acteurs, il n'est pas possible de préciser quels sont les acteurs concernés. La modélisation de la conscience de groupe est appuyée par l'intermédiaire des décorations des différents éléments de la portée musicale et permet de répondre ainsi aux questions : *Qui* fait *quoi* ? Sur *quoi* ? Observable par *qui* ?

Pour conclure, Orchestra offre un support intéressant pour la description de scénarios d'usage. Dans ce cadre, elle permet de mettre en relief la dynamique des rôles endossés par les utilisateurs au cours du temps et de leurs activités. La description des concepts complémentaires que sont les artéfacts et le contexte des situations permet de préciser l'environnement. Cette notation nous semble surtout pertinente pour l'analyse de la tâche, notamment pour l'observation in situ, mais plus difficile à employer dans le cas d'une phase de spécification.

	Roles	**Tâches abstraites**		**Tâches concrètes**	**Propriétés CARE**
	Représentation	**Représentation** **Tâches collaboratives**	**Représentation** **Tâches individuelles**		
CTT	Un arbre par rôle	Arbre	Un arbre par rôle	Arbre des tâches abstraites	Partiel
GTA	Notion de classe	Arbre + diagramme d'activité	Inclus dans l'arbre	Tâches élémentaires décrites avec NUAN	N/A
MABTA	Arbre en colonne	Pseudo-diagramme d'activité	Sous-arbre de tâche collaborative	Arbre des tâches abstraites	N/A
Orchestra	Linéaire (dynamique)	N/A	N/A	N/A	N/A
UML-G	Association de classe rôle/objet	Diagramme d'activité	N/A	Diagramme de séquence	N/A

Tableau 2 : synthèse

DISCUSSION

Les conclusions détaillées dans cette partie sont résumées par le tableau 2.

Spécification des rôles

Les cinq notations permettent de spécifier sans difficulté les rôles endossés par les utilisateurs dans le cadre de cette application. Cependant, tandis que GTA, MABTA et Orchestra disposent de leur propre représentation des rôles et des relations entre rôle et utilisateur, UML-G s'appuie sur une représentation sous la forme d'un diagramme de classe associant un rôle aux objets manipulés. Dans le cas de CTT, l'approche est différente étant donné que chaque rôle est décrit par un arbre de tâche distinct. Enfin, Orchestra est complémentaire puisque cette notation offre un moyen pour exprimer la dynamique des rôles pendant le déroulement des activités.

Pour conclure, un rôle est soit exprimé en terme de tâche ou activité, ou bien en terme d'objet en tant que ressource partagée. Par exemple, dans notre cas d'étude, nous avons observé que nous avons implicitement distingué les rôles en fonction des ressources d'interaction : le PDA ou l'écran large. Enfin, à l'exception d'Orchestra, nous n'avons pas trouvé de moyen pour exprimer la dynamique des rôles au cours d'une session à l'aide de ces notations.

Spécification du groupe et des tâches individuelles

Niveau abstrait. Afin de décrire les activités de groupe, nous avons d'un côté CTT et MABTA qui reposent sur un modèle de tâche combinant explicitement tâches individuelles et collaboratives. Notamment, les tâches individuelles qui participent à l'activité de groupe sont ex-

plicitement partie prenante de la représentation comme la tâche *démarrer une session partagée*. Toutefois, il y a une différence significative entre et CTT et MABTA. En effet, CTT repose sur une représentation hiérarchique et classique de l'activité, les feuilles de l'arbre étant des tâches individuelles qui participent à l'activité de groupe. Au contraire, la représentation employée par MABTA n'est nullement hiérarchique et le lien entre tâches collaboratives est la relation *influence*. Cette notion vise à mettre en relief les interdépendances entre tâches de groupe pour un ou plusieurs utilisateurs. Dans CTT, les relations entre tâches sont exprimées plus finement grâce aux divers opérateurs notamment pour les interdépendances temporelles. Comme le montre [4], ces opérateurs peuvent également mettre en évidence une interdépendance au niveau objet et faire apparaître les objets partagés entre participants. Dans [14], il est identifié un ensemble de tâches abstraites élémentaires, appelées *mecanics of collaboration*, pour de telles préoccupations que sont les activités de coordination à travers l'utilisation de ressources. Ces tâches abstraites sont très génériques car communes à tout type d'organisation. Par exemple, la tâche abstraite *Obtain Resource* s'applique aux représentations des activités de groupe de CTT et MABTA.

De l'autre côté, GTA et UML-G reposent sur plusieurs représentations pour décrire les activités de groupe. D'abord, les activités individuelles et de groupe sont décrites conjointement. Dans le cas de GTA, pour chaque tâche et sous-tâche il est possible d'y associer un rôle et un ou plusieurs objets. Comme pour GTA, UML-G ne propose pas de représentation explicite du travail de groupe : elle se fait au travers de diagrammes de classe associant rôles et objets. Toutefois, c'est le diagramme d'activité qui permet de compléter la description des activités de groupe en exprimant les relations entre tâches individuelles au cours du temps.

Orchestra est un cas à part car cette notation ne permet pas véritablement de spécifier la tâche mais plutôt de spécifier les situations collaboratives.

Pour ce qui est de la description des tâches individuelles, dans CTT, MABTA et GTA, celles-ci sont décrites sous forme hiérarchique en fonction de chaque rôle. Dans le cas de MABTA, cela se traduit par un raffinement des tâches de groupe sous la forme de sous-tâches en s'appuyant sur la notion de plan en référence à HTA. Dans le cas de GTA, comme nous l'avons évoqué plus haut, la représentation des activités individuelles est mêlée à la représentation des activités collaboratives. Par contre, les liens entre tâches sont exprimés au niveau décoration d'une tâche par la notion de tâche déclenchée (*triggered task*). Ceci est une autre façon d'exprimer la relation *influence* comme le fait MABTA. Dans le cas de CTT, contrairement à MABTA et GTA, la représentation ne permet pas d'expliciter les liens entre les tâches et les différents rôles.

De par sa représentation des situations collaboratives, Orchestra permet d'exprimer conjointement les activités de groupe (partagées par plusieurs rôles) ou individuelles (disponibles pour un seul rôle). En revanche, sa représentation linéaire des situations d'interaction ne permet pas de modéliser une organisation hiérarchique de l'activité.

Niveau concret. CTT et MABTA prônent pour une représentation unique des tâches abstraites et concrètes. Dans CTT, par exemple, une feuille de l'arbre de tâche de l'utilisateur du PDA est *annoter un document avec le stylo sur l'écran public*. Pour ce qui est d'Orchestra, il s'agit d'une notation qui se place à haut niveau d'abstraction et n'est donc pas destinée à la spécification des tâches au niveau concret. Seules quelques tâches élémentaires concrètes peuvent être spécifiées telles que l'action, l'observation ou l'édition.

Les tâches élémentaires de GTA sont décrites en utilisant la notation NUAN. Cette dernière permet une description précise des actions utilisateurs, des rétroactions du système, et des états du dialogue. Malgré cela, NUAN doit être étendue pour décrire l'interaction multimodale puisqu'elle est actuellement dédiée aux interfaces WIMP. Pour UML-G, les tâches concrètes peuvent être décrites par des diagrammes de séquence ou des diagrammes d'état-transition. Pour chaque objet, les actions utilisateurs et les rétroactions peuvent être décrites. Néanmoins, il serait fastidieux de l'utiliser pour décrire l'interaction complète du système.

Pour conclure, les notations étudiées pour les interfaces utilisateurs collaboratives ne permettent pas la description des interactions multimodales concrètes. Dans notre cas d'étude, il n'est pas possible d'expliciter spécifiquement la redondance (une des propriétés CARE pour la multimodalité [2]) des affichages (PDA et écran public). Une direction future est l'étude d'une extension de la notation ICARE [2] pour la spécification des tâches multimodales individuelles ou de groupe. Finalement, la distinction entre tâche concrète et tâche abstraite, aussi bien que la distinction entre tâche de groupe et tâche individuelle nous permet d'identifier : *les tâches d'interaction multimodale fortement couplées* (lorsque les manipulations d'un utilisateur sur les objets sont continuellement observable par les autres) et les *tâches d'interaction multimodale faiblement couplées* (lorsque les manipulations d'un utilisateur sont observables par les autres après l'achèvement de sa tâche).

Enfin, notre cas d'étude couvre bien les aspects multimodaux et multi-utilisateurs, néanmoins, il réduit le champ d'application dans le sens où il concerne seulement deux utilisateurs co-localisés. Les conclusions restent les mêmes si l'on considère d'autres exemples, comme la visite ludique et collaborative de musée, sur le thème d'une énigme à résoudre, trois joueurs cherchent à résoudre une énigme à l'aide d'une application s'exécutant sur PDA tandis qu'un quatrième joueur y

participe depuis son PC via une version web. Nous observons les mêmes conclusions comme le manque de moyen dans CTT pour décrire le contrôle d'une ressource (comme un indice) par un joueur qui permettrait de faire progresser les autres pour répondre à l'énigme (couplage fort). De même, la problématique est similaire au sujet de la redondance entre l'affichage à l'écran des PDA et du PC.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

L'utilisation des cinq notations sélectionnées pour la spécification d'un collecticiel simple, où deux utilisateurs travaillent ensembles sur des documents médicaux avec un PDA et un grand écran, nous a permis d'identifier certains aspects complémentaires des notations, ainsi que des aspects manquants. Nous soulignons les trois points essentiels de notre étude empirique:

- La distinction entre les activités de groupe et les activités individuelles (par rôle) est utile pour la spécification à différents niveaux de détail (abstrait / concret) des deux facettes des interfaces utilisateurs collaboratives : le groupe et l'utilisateur. Néanmoins, une représentation unifiant les activités de groupe et individuelles nous permet de décrire les interdépendances entre les utilisateurs. La représentation classique hiérarchique de CTT est appropriée pour les tâches individuelles, tandis que la représentation des activités de groupe requiert l'insertion d'aspects spécifiques à la collaboration comme dans MABTA qui décore les tâches avec les concepts de la théorie de la coordination. Seul Orchestra offre un moyen pour exprimer la dynamique des rôles au cours du temps.
- Les relations temporelles entre les tâches pour la description des activités de groupe ne sont pas suffisantes. Les interdépendances correspondant au niveau des objets sont nécessaires pour décrire les accès des différents utilisateurs aux mêmes objets. UML-G se concentrant sur les objets partagés peut être utilisé pour décrire ces interdépendances.
- La spécification des interactions multimodales concrètes en tant que tâches concrètes implique l'extension des notations sélectionnées qui sont dédiées aux interfaces WIMP. Pour cela, une étude ultérieure doit être conduite pour décrire l'interaction multimodale fortement couplée (correspondant aux tâches abstraites multimodales de groupe) et faiblement couplée (correspondant aux tâches individuelles multimodales).

Dans le futur, nous projetons d'expérimenter un usage complémentaire des notations étudiées sur un autre cas d'étude : le poste de commande militaire. Notre attention sera portée sur l'extension des notations dans le but de décrire l'interaction multimodale et les liens entre les activités (tâche) et les ressources partagées (objet).

REFERENCES

1. Beaudoin-Lafon, M. Designing Interaction, not Interfaces. *AVI'04* (May 25-28, 2004, Gallipoli, Italy), ACM Press, 2004, pp. 15-22.
2. Boucher, J., Nigay L., Ganille, T. ICARE Software Component for Rapidly Developing Multimodal Interfaces. *ICMI'04* (October 13-15, 2004, State College, PA, USA), ACM Press, 2004, pp. 251-258.
3. David, B., Chalon, R., Delotte, O., Masserey, G., Imbert, M.: ORCHESTRA : Formalism to Express Mobile Cooperative Applications. *CRIWG'06* (September 17-21, 2006, Medina del Campo, Spain), Springer, Heidelberg, 2006, pp. 163-178.
4. Ellis, C. A., J. Wainer, J. A conceptual model of Groupware. *CSCW'94* (October 1994, Chapel Hill, North Carolina, USA), ACM Press, 1994, pp. 79-88.
5. Green, T. Instructions and descriptions: some cognitive aspects of programming and similar activities. *AVI'00* (2000, Palermo, Italy), ACM Press, 2000, pp. 21-28.
6. Johnson, C.W., The Namur Principles: Criteria for the Evaluation of User Interface Notations, *DSVIS'96* (June 5-7, 1996, Namur, Belgium), Springer, Heidelberg, 1996.
7. Johnson, C.W. The Evaluation of User Interface Notations. *DSVIS'96* (June 5-7, 1996, Namur, Belgium), Springer, Heidelberg, 1996, pp. 188-206.
8. Johnson, H., Hyde, J. *Towards Modeling Individual and Collaborative Construction of Jigsaws Using Task Knowledge Structures (TKS)*. In ACM ToCHI, Vol. 10, No. 4, 2003, pp. 339-387.
9. Lim, Y.K. Task models for groupware and multitasking: Multiple aspect based task analysis (MABTA) for user requirements gathering in highly-contextualized interactive system design. *TAMODIA'04* (November 15 - 16, 2004, Prague, Czech Republic), ACM Press, 2004, pp. 7-15.
10. Markopoulos, P. and Marijnissen, P. UML as a representation for Interaction Design. *OZCHI 2000*, (December, 2000, Sydney), pp. 240-249.
11. Mejia, D.A., Morán, A.L, and Favela, J. Supporting Informal Co-located Collaboration in Hospital Work. *CRIWG'07* (September 16-20, 2007, Bariloche, Argentina), Springer, Heidelberg, LNCS 4715, pp. 255-270.
12. Mori, G., Paterno, F.,Santoro, C. *CTTE: Support for Developing and Analyzing Task Models for Interactive System Design*. IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. 28 , No. 8, 2002, pp.797-813.
13. Oviatt, S. et al. *Designing the user interface for multimodal speech and gesture applications: State-of-the-art systems and research directions*. In Human-Computer Interaction, Vol. 15, No. 4, 2000, pp.263-322.
14. Pinelle, D., Gutwin, C. Greenberg, S. *Task Analysis for Groupware Usability Evaluation: Modeling Shared-Workspace Tasks with the Mechanics of Collaboration*. In ACM ToCHI, Vol. 10, No. 4, 2003, pp.281-311.
15. Rubart, J., Dawabi, P. *Shared data modeling with UML-G*. In International Journal of Computer Applications in Technology, Vol. 19, Nos. 3/4, 2004, pp. 231-243.
16. Veer, G., Welie, M. Task Base Groupware Design: Putting theory into practice, *DIS'00* (August 17-19, 2000, New York, USA), ACM Press, 2000, pp. 326-337.
17. http://iihm.imag.fr/laurillau/four-notations-comparison.pdf