

# Principes pour une méthode de conception de systèmes mixtes

*Sophie Dupuy-Chessa, Guillaume Godet-Bar, David Juras, Dominique Rieu*

Laboratoire d'Informatique de Grenoble  
681, rue de la Passerelle  
BP 72  
38402 Saint-Martin d'Hères Cedex  
[Nom.Prenom@imag.fr](mailto:Nom.Prenom@imag.fr)

## RESUME

Cet article présente les principes et la mise en œuvre d'une méthode de conception alliant la conception de l'interaction et du noyau fonctionnel. Nos propositions portent actuellement sur la branche fonctionnelle de la méthode (de l'étude préalable métier à l'analyse) et permettent d'envisager la conception de systèmes interactifs classiques ou mixtes en fonction des besoins. La méthode est formalisée et instrumentée en utilisant une approche à base de patrons.

**MOTS CLES :** système mixte, méthode de conception, patron

## ABSTRACT

This paper presents the principles and the setup of a design method. This method aims to unify interaction design and functional core design. We focus at the moment on the method's functional branch (from business requirements to analysis), which allows the design of traditional or mixed interactive systems, depending on the requirements. The method is formalized and instrumented using a pattern-based approach.

## CATEGORIES AND SUBJECT DESCRIPTORS:

D.2.1 [Software Engineering] Requirements/Specifications: *languages and methodologies*. H.5.2 [Information Interfaces and Presentation] User Interfaces: *Theory and methods*. D.2.2 [Software Engineering] Design Tools and Techniques: *User interfaces*.

**GENERAL TERMS:** Design, Languages

**KEYWORDS:** mixed system, design method, pattern

## INTRODUCTION

L'évolution rapide des technologies informatiques en termes de communication (réseau sans fil) et de dispositifs d'interaction (casques de visualisation, gants tactiles) modifie profondément la perception classique, implicite et figée de l'Interaction Homme-Machine (IHM). L'utilisateur peut désormais évoluer dans un environnement fusionnant les entités réelles et virtuelles. Plusieurs termes ont été introduits pour caractériser cette nouvelle tendance de l'IHM : Réalité Augmentée, Interface Tangible, Virtualité Augmentée, Réalité Mixte, etc. Nous utilisons le terme de « Systèmes Mixtes » introduit dans [12] pour nommer tout système interactif combinant mondes réel et virtuel. Ces systèmes doivent relever des défis majeurs dans leur développement et leur usage, comme la prise en compte de la cohabitation entre mondes réel et virtuel, des interactions multiples et complexes entre ces mondes (variété des dispositifs, multimodalité, utilisabilité). Face à ces spécificités, ni les méthodes de conception et d'évaluation d'IHM, ni les techniques et outils du Génie Logiciel (GL) ne sont adaptés.

Des modèles tels qu'ASUR [11], IRVO [3], [29] [8] ont été proposés pour prendre en compte les spécificités interactives des systèmes mixtes. Ces modèles ont pour but de compléter les approches classiques : par exemple ASUR ou IRVO présentent les interactions possibles dans le cadre d'une tâche décrite dans un modèle de tâches tel que les ConcurTask Trees [23]. Il n'existe cependant que peu de démarches de conception associées à l'utilisation de ces modèles, alors que pour être facilement utilisables, leur usage doit suivre un processus clairement défini c'est-à-dire déterminer quand et comment utiliser et enchaîner chacun d'eux.

De plus, comme pour tout système, le développement d'un système mixte nécessite l'étude de l'interaction, mais aussi celle des fonctionnalités qui seront proposées par le système. La conception des fonctionnalités s'appuie de plus en plus sur le langage de modélisation UML [1]. Il est supporté par de nombreux processus de développement dont le plus connu est le Rational

Unified Process [18]. Une méthode de conception des systèmes mixtes doit donc prévoir d'intégrer la modélisation du noyau fonctionnel du système en UML.

Le problème récurrent de compatibilité entre les processus de conception des systèmes interactifs et du noyau fonctionnel fait déjà l'objet de travaux spécifiques. En particulier [16,27] proposent d'étendre le Rational Unified Process avec la conception de l'interaction dans une approche centrée utilisateur. Constantine et al. [5] décrivent également un processus unifiant le développement de l'interaction et celui du noyau fonctionnel mais dans une approche centrée usage. Aucun de ces travaux ne traite des aspects spécifiques aux systèmes mixtes tels que la représentation des dispositifs d'interaction ou des techniques d'interaction. De plus, ils offrent une formalisation faible des processus proposés, ce qui les rend difficilement exploitables par les concepteurs. L'objectif de notre travail est de proposer une méthode de conception intégrant à la fois les méthodes de GL pour le développement du noyau fonctionnel et de l'IHM pour l'interaction. La méthode proposée doit permettre le développement de systèmes interactifs classiques et être agrémentée d'activités spécifiques nécessaires à la conception de systèmes mixtes.

#### **VERS UNE METHODE DE CONCEPTION DES SYSTEMES MIXTES**

La structure d'une méthode est définie par quatre composants indissociables et complémentaires [25] : les modèles représentant une vue du système, les langages (à travers lesquels on construit les modèles), une (des) démarche(s) (fil conducteur) guidant les activités de conception, et enfin des outils ou techniques permettant et facilitant l'utilisation et la mise en œuvre des modèles, démarches et langages. En prenant en compte ces quatre composants, comment construire une méthode de conception pour les systèmes mixtes ? Sur quels composants baser la méthode ?

On constate, à travers la littérature, que de nombreuses méthodes intégrant à la fois les dimensions GL et IHM étendent des démarches ou méthodes existantes en GL [16,10,28]. Nous adoptons ce point de vue, qui permet de profiter d'une méthode utilisée et maîtrisée, dont on connaît les forces et les faiblesses. Sur ce noyau orienté GL (dont on conserve au mieux les démarches et modèles) doivent se greffer harmonieusement les préoccupations, modèles et pratiques de l'IHM. Pour cela, les composants candidats doivent proposer une démarche convergente avec la méthode de GL retenue et être orientés systèmes mixtes dans leur approche de l'interaction.

Ces choix sur l'approche de construction de la méthode sont enrichis par les grands principes que nous voulons mettre en œuvre, à savoir :

- Ne pas bouleverser les habitudes des acteurs des processus de développement, en particulier en laissant aux spécialistes de l'IHM leurs outils et modèles,
- Prévoir des activités collaboratives de conception permettant aux spécialistes IHM, aux ergonomes et aux spécialistes du noyau fonctionnel de se synchroniser sur des objectifs communs et / ou des modèles consensuels,
- Garantir une traçabilité et une cohérence entre les modèles utilisés par les différents spécialistes intervenant dans la méthode,
- Fournir un guide méthodologique utile et utilisable par l'ensemble des intervenants de la méthode.

#### **CAS D'ETUDE**

La prise en compte de l'ensemble de ces principes fondateurs sera présentée dans la suite de l'article, et illustrée à travers l'exemple d'un état des lieux augmenté. Cette réalisation a été choisie comme cas d'étude lors de la dernière réunion du GT 4.6 – CESAME (Conception et Evaluation de Systèmes interactifs Adaptables, Mixtes, en Evolution). Il s'agit pour cette application de combler le manque de données fournies aux experts lors des états des lieux. En effet, la plupart des processus métier liés à la gestion immobilière ne font appel qu'à une informatisation sommaire de leurs données : en particulier, le détail des dommages recensés dans un logement sont souvent décrits de manière textuelle, sur des formulaires papier.

De telles données sont notoirement insuffisantes lorsque l'expert commissionné par l'agence doit évaluer l'évolution d'un dommage ou usure d'une occupation du logement à la suivante. Les contentieux sont ainsi inévitables entre propriétaire, locataire et expert immobilier.

Afin de répondre à ce problème, une solution idéale consisterait à fournir à l'expert des moyens de visualiser directement les états antérieurs et actuels d'un logement, de signaler et annoter les éléments « sensibles ». L'utilisation de notre méthode, illustrée dans [19] a abouti à proposer un Système Mixte. Dans cet article, nous ne détaillons que les principes de la méthode de conception.

#### **CONSERVER LES HABITUDES DE TRAVAIL DES ACTEURS**

Ce premier principe implique d'identifier et de définir clairement les acteurs intervenant dans la méthode, ainsi que le choix des processus de conception et des modèles respectant le cadre de travail adapté à ces processus.

## Les Acteurs

Nous avons identifié quatre rôles fonctionnels lors de la conception: les « Spécialistes GL », les « Spécialistes IHM », les « Ergonomes logiciels » et les « Spécialistes métier ». Les différents acteurs intervenant effectivement dans le développement correspondent à des instanciations et spécialisations de ces rôles. Par exemple, l'« Analyste des processus métier » est une spécialisation de « Spécialiste GL ». On considère dans cette classification que les ergonomes logiciels possèdent des compétences minimales en psychologie cognitive, et que les spécialistes métier peuvent être des experts indépendants de la maîtrise d'ouvrage et de la maîtrise d'œuvre (par exemple l'expert chargé de la réalisation de l'état des lieux dans notre cas d'étude).

L'identification de ces quatre rôles fonctionnels du développement n'exclut pas l'implication dans la conception de la maîtrise d'ouvrage et des utilisateurs finaux (pour ces derniers dans le cadre de l'évaluation des prototypes, par exemple). Ce ne sont pas des rôles fonctionnels à proprement parler, dans la mesure où leurs préoccupations sont restituées sous forme de modèles intégrés au processus de développement.

## Les Processus et les Modèles

Comme nous l'avons souligné, il convient de s'appuyer sur les processus et modèles existants en GL et en IHM. Concernant le point de vue GL, le cœur de notre méthode se base sur la démarche Symphony, inspirée des pratiques de l'Unified Process : la démarche est itérative, incrémentale, orientée composants métier et pilotée par les cas d'utilisation [17]. Elle est ainsi fortement guidée par le métier, dès les phases amont du projet. Son approche à base de composants facilite le découpage du métier dans l'application, la répartition des responsabilités entre les équipes projets et la réutilisation. Ce dernier point, ainsi que son efficacité démontrée dans de nombreux projets industriels, font de cette méthode un candidat adapté à notre approche. Il est toutefois à noter que l'essence de notre étude ne se situe pas dans le choix de la méthode GL idéale. D'autres alternatives, telles que RUP (Rationale Unified Process) ou 2-TUP (2-Track Unified Process) auraient probablement et pour d'autres raisons été également satisfaisantes. Enfin, notre choix se porte sur Symphony également pour des raisons d'expertise disponible sur le sujet.

Notre travail porte sur la branche fonctionnelle (gauche) du cycle de vie en Y de la démarche, présentée en figure 1. Nous n'aborderons pas dans ce papier l'étude de la branche droite de la méthode, complémentaire et parallèle à la première et portant sur les dimensions techniques et

logicielles de l'application, pas plus que nous n'étudierons la branche centrale, initiée par la fusion des modèles issus de la phase d'analyse et de l'architecture applicative. On notera que les phases de spécification de la méthode correspondent à la phase de spécifications externes des méthodes IHM. La phase d'analyse correspond ainsi à la phase de conception globale, et la phase de conception correspond à la conception détaillée.

La démarche Symphony initiale que l'on ne détaillera pas ici a été conservée, adaptée et étendue, et les modèles UML préconisés préservés. Cependant, cette méthode ne prend pas en compte les apports de l'IHM et de l'ergonomie, puisqu'elle ne propose, dans sa version originale, qu'une phase de « Maquettage » peu formalisée et documentée (initialement positionnée à la jonction des branches fonctionnelles et techniques, voir la figure 1).

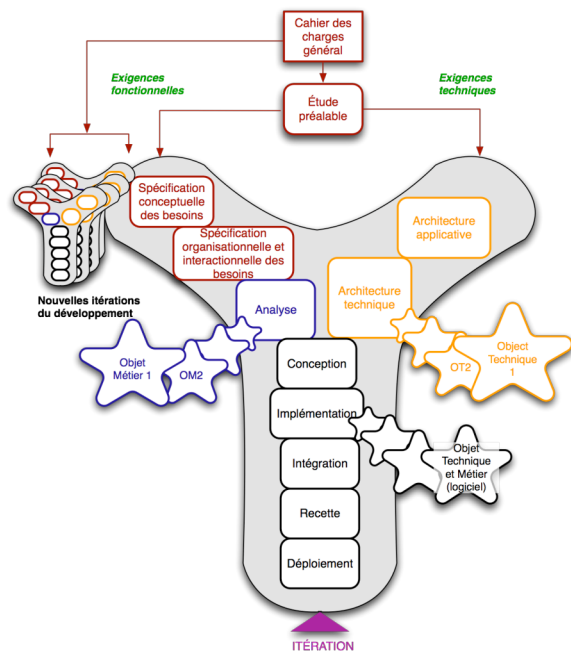


Figure 1 : Cycle de vie en Y de la démarche Symphony.

Concernant les aspects méthodologiques en IHM, nous avons choisi une approche centrée utilisateur, basée sur la modélisation des tâches. Plus précisément, nous avons porté notre choix sur la méthode esquissée dans [24] et affinée dans [4] pour les systèmes mixtes collaboratifs. Cette démarche respecte les contraintes que nous nous sommes imposées : elle converge avec la démarche Symphony en termes d'objectifs, notamment en raison de son approche basée sur les scénarios [2] ; elle est utilisée, de manière informelle, pour la conception de systèmes mixtes dans le milieu de la recherche. D'autres méthodes issues de l'IHM étaient intéressantes dans leurs concepts, mais n'ont pas été retenues ; certaines en raison d'une incompatibilité en terme de cycle de vie logiciel comme le cycle en étoile présenté dans [21] ; d'autres en raison de leur prise en compte d'aspects

particuliers et spécialisés de l'IHM comme le modèle Nabla [21], qui sont hors de notre cadre de travail actuel. Concernant les modèles issus de l'IHM, nous avons décidé d'utiliser une palette restreinte de modèles classiques et éprouvés comme les arbres de tâches [23] et les diagrammes d'interaction spécifiques aux systèmes mixtes (ASUR, IRVO) [11,3]. La méthode Symphony a ainsi été ajustée, afin de manifester l'importance des activités d'élaboration de l'interaction, pour chaque phase du cycle de vie, entre IHM, GL et ergonomie. Ainsi la phase de « Maquettage », a été redéfinie et redistribuée dans les phases amont de la méthode.

La méthode proposée permet, à travers les processus et modèles retenus, de réaliser les activités du développement que nous jugeons indispensables dans le cadre de la réalisation d'un système mixte.

## DES ACTIVITÉS COLLABORATIVES DE DEVELOPPEMENT

Il convient aussi de spécifier les collaborations existantes entre les spécialistes réalisant ces processus [19]. La mise en œuvre de notre second principe va ainsi permettre aux spécialistes de synchroniser leurs points de vue, d'établir des liens conceptuels entre leurs modèles et de prendre des décisions collégiales sur des choix de conception (fonctionnels, interactifs, etc.).

### Des collaborations et des responsabilités

Dans le cadre d'une méthode de développement, les collaborations ne sont pas obligatoirement médiatisées par la machine, contrairement aux travaux sur les collecticiels. Elles sont donc potentiellement beaucoup plus larges et les collecticiels ne peuvent être qu'un moyen de résoudre certains problèmes pratiques de collaborations. Les taxonomies [26], [9] proposées pour les collecticiels ne correspondent pas à nos besoins puisque les différentes collaborations sont vues du point de vue de la machine. Nous proposons donc plutôt de reprendre une version simplifiée des collaborations proposées dans [15]. On distingue deux types de collaboration élémentaires, les coopérations et les coordinations. Nous définissons une coordination comme une activité collaborative qui met en œuvre une décomposition du travail en activités, la description du planning associé, l'affectation d'acteurs à ces activités, un objectif propre étant fixé à chaque acteur ou activité. Une coopération se définit comme une activité collaborative qui met en œuvre une action commune des différents acteurs partageant, au moins partiellement, un objectif commun et coordonnant leurs actions de manière autonome, sans processus prédéfini.

Cette approche de la collaboration permet, en fonction des activités de conception de répartir les responsabilités entre acteurs de l'étape de développement. Nous avons dans cet objectif défini des types de responsabilités (par exemple « Responsable », « Exécutant », « Conseiller », etc.) qui sont associés à chaque acteur pour une activité ou un enchaînement d'activités.

Pour représenter ces notions de collaborations et de responsabilités, aucune notation existante n'était satisfaisante et nous avons donc étendu les diagrammes d'activités UML. Par exemple dans la figure 2, l'extrait de la macro-activité « Découpage fonctionnel global » de la phase « Spécification conceptuelle des besoins » montre les interactions entre spécialités pour comprendre, structurer et décrire le métier. L'analyste des processus métier (GL) et l'ergonome logiciel coopèrent pour décrire de manière consensuelle et collectivement un processus métier (par exemple, le processus métier « Effectuer un état des lieux ») à travers un scénario en langue naturelle. Ce scénario sert ensuite de base à la réalisation séquentielle d'activités individuelles. L'analyste des processus métier va identifier et classifier (avec un diagramme d'acteurs UML) les acteurs intervenant dans le processus métier concerné (l'expert chargé de l'état des lieux, le locataire et l'agent immobilier). Cette classification, agrémentée du scénario préalablement généré est ensuite utilisée par l'ergonome logiciel qui va l'utiliser pour ébaucher son référentiel utilisateur (typage et classification des utilisateurs en termes ergonomiques, cognitifs, culturels, etc., qui se limitent dans notre exemple aux experts chargés de l'état des lieux).

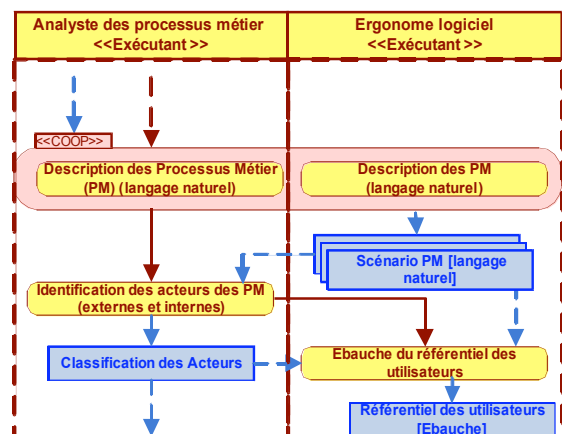


Figure 2 : Extrait du diagramme d'activité formalisant les collaborations du découpage fonctionnel du métier

### Une méthode ouverte

Il découle aussi de cette approche que la méthode peut être vue comme un enchaînement logique d'activités (collaboratives ou individuelles), assimilables à des boîtes blanches et des boîtes noires. Une boîte blanche, comme par exemple

l'activité collaborative « Description des Processus Métier » présentée en figure 2, décrit la démarche à suivre pour réaliser le produit « Scénario Processus Métier » en termes de structure et de contenu. A l'opposé, une boîte noire, comme l'activité « Préparer les tests utilisateurs », intervenant ultérieurement dans la démarche et réalisée par l'ergonome, ne décrit que l'objectif à atteindre, sans préciser de processus particulier. Nous sommes ici dans le cas où les pratiques ne sont pas clairement identifiées ou unanimement reconnues. Nous laissons donc latitude au spécialiste concerné par l'activité d'utiliser la démarche de son choix pour atteindre l'objectif fixé.

La méthode propose des mécanismes d'extension, en particulier un mécanisme d'alternatives. Il permet par exemple, en fonction des choix de conception effectués préalablement, d'envisager la conception d'un système interactif classique, ou d'un système mixte. Ces deux types de systèmes ont des contraintes et des besoins différents en terme de conception ; la méthode prend ces aspects en considération en proposant des processus et modèles adaptés à chacun des objectifs, tout en respectant la cohérence générale de la démarche. Seules certaines activités supplémentaires sont rajoutées ou adaptées dans le cadre de la conception d'un système mixte. Ainsi, la conception d'un système pour la réalisation d'état des lieux basé sur l'utilisation d'un PDA (interaction WIMP), ou alors d'un casque semi transparent (système mixte) peut être réalisée à travers la méthode, mais en suivant des « chemins » différents et adaptés à chaque paradigme d'interaction.

### UNE TRAÇABILITE ET UNE COHERENCE ENTRE MODELES

Les acteurs de la méthode génèrent, utilisent et manipulent, à travers les processus proposés, des informations structurées en produits de natures diverses (modèles, scénarios, dossiers). Nous regroupons ces éléments sous le terme générique d'artefacts. Leur enchaînement et leur cohérence est primordiale, comme le suppose notre troisième principe de construction. Dans ce but, nous avons formalisé le cycle de vie des modèles manipulés, en parallèle des processus opératoires [20]. On peut ainsi suivre le raffinement d'une famille d'artefacts, connaître les autres artefacts qui ont été consommés ou produits à partir de cet artefact dans le cadre d'un processus donné de la méthode, voir comment ces artefacts sont regroupés en unités logiques ou dossiers.

### Les Principes de Cohérence

Ces modèles d'artefacts sont produits en se basant sur trois concepts fondamentaux, avec en premier lieu, la prise en compte des niveaux d'abstraction et de granularité de la description, inhérents à une

étape donnée de la démarche. On obtient ainsi un raffinement d'une même famille d'artefacts (par exemple, un ensemble de scénarios raffinés comme dans la figure 3 ci-dessous, en partie droite). La partie gauche de la figure décrit un regroupement d'artefacts (ici, le dossier de l'interaction), conséquence de l'application d'un processus. Les codes de couleur dénotent le domaine d'origine de l'artefact : IHM (texte blanc sur fond gris foncé), multi-domaines (fond gris) ou ergonomie (fond gris clair, bordure trait-point arrondie). Les relations entre les artefacts de la partie gauche signalent une dépendance de type « Utilise » entre les artefacts. Dans la partie droite, les relations correspondent aux différents niveaux de raffinement des artefacts. On notera que différents niveaux de raffinement d'un artefact donné peuvent correspondre à des regroupements distincts.

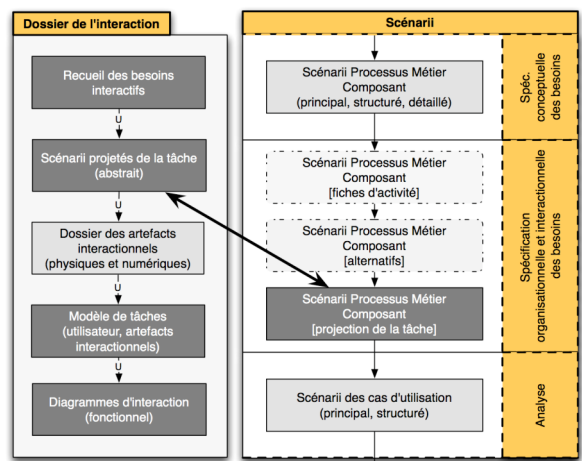


Figure 3 : Raffinement et organisation d'artefacts.

En partant des scénarios des processus métier (en langue naturelle, comme explicité précédemment), on découpe ce processus métier en sous éléments, appelés processus métier composants (ou PMC, dans notre cas d'étude, « Réaliser l'état des lieux », en tant que partie du Processus Métier « Gérer les états des lieux », par exemple). On aboutit, au terme des descriptions de ces scénarii semi-structurés, à une analyse encore incomplète de l'activité de l'utilisateur en terme de tâches. Ces dernières sont ensuite approfondies sous la forme de projections abstraites puis concrètes de l'interaction, où apparaissent progressivement les objets physiques et numériques, les dispositifs, modalités et techniques d'interaction. Ce raffinement est illustré dans la figure 4 ci-dessous. Un espace purement interactionnel est ainsi décrit par le spécialiste IHM, à partir des mêmes spécifications que celles utilisées par le spécialiste GL.

Le second concept favorisant la cohérence entre artefacts consiste en une logique de consommation/production d'informations tout au long de la démarche. On considère notamment que

deux artefacts peuvent s'enchaîner sous la condition qu'il existe entre eux une cohérence, éventuellement partielle, d'ordre structurel et/ou sémantique. De plus, ces artefacts doivent avoir été décrits pour la réalisation d'un objectif commun. Par exemple, il existe un lien d'enchaînement entre les scénarios projetés abstraits des tâches utilisateur (décrivant l'activité de l'utilisateur projetée dans le système futur, sans spécifier les dispositifs, modalités ou techniques d'interaction) et l'affectation de ces tâches aux différents dispositifs lors de la description de ces derniers.

Projection tâche «Observer et notifier un dégât»	
Thème(s)	{Localisation, Saisie d'information}
Participant(s)	Expert État Des Lieux (EDL)
Support(s)	{Support pour l'EDL, Listes d'éléments à contrôler (...)}
État en fin de tâche	Le dégât est noté dans l'EDL
<b>Abstrait</b> : L'Expert EDL rentre dans une <i>pièce</i> (...) Il parcourt la pièce et remarque une <i>tache</i> (...) Il décrit le dégât ou l'usure observée et lui associe une <i>position spatiale</i> sur le plan (...)	
<b>Concret</b> : L'Expert EDL rentre dans une <i>pièce</i> , et sa <i>position</i> est indiquée sur le <i>plan numérisé du logement</i> qu'il peut consulter sur son <i>support d'affichage</i> . Il parcourt la pièce et remarque une <i>tache</i> (...). Il décrit le dégât ou l'usure observée en se servant d'une <i>reconnaissance vocale</i> (ou d'une saisie sur son <i>support tactile d'affichage et de saisie</i> ), lui associe une <i>position spatiale</i> , une <i>forme et une dimension</i> en se servant de la <i>direction de son regard</i> et de la <i>commande vocale</i> (...).	

Figure 4 : Raffinement des scénarios projetés.

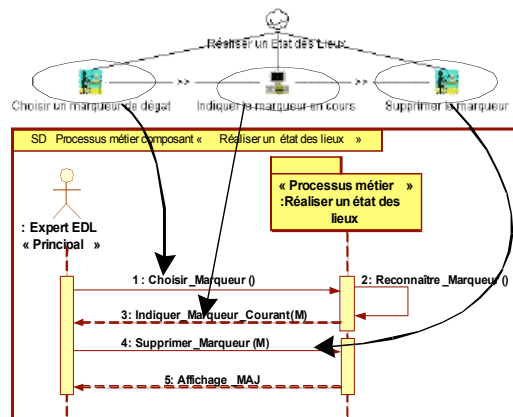


Figure 5 : Relations sémantiques entre diagrammes de séquence et arbres de tâches.

Enfin, il existe des relations sémantiques entre modèles (notamment entre ceux du GL et de l'IHM), relations qui permettent d'utiliser des modèles complémentaires aux mêmes étapes de la méthode, voir d'établir des relations entre concepts similaires présentés dans des modèles utilisant des formalismes différents. On citera à titre d'exemple la relation existant entre les cas d'utilisation et les diagrammes de séquences UML d'une part, et les arbres de tâches d'autre part, relation identifiée dans [22]. Nous avons utilisé la relation existante entre les diagrammes de séquences et les arbres de tâches, illustrée dans la figure 5 ci-dessus. Chaque

modèle, à travers son formalisme, retranscrit une vue différente de la tâche de « Suppression d'un marqueur de dégât » (une tache sur un mur vue à travers un casque semi-transparent par exemple), mais on peut retrouver « manuellement » des correspondances sémantiques entre ces modèles en terme d'interaction personne-système.

### Les Modèles Consensuels

L'enchaînement et la cohérence des artefacts ne sont certainement pas suffisants pour garantir la collaboration, dans le cadre de la méthode, entre les différentes spécialités impliquées dans la conception. Il convient donc d'avoir recours à des modèles consensuels ; nous en avons identifié de deux sortes : d'une part les modèles intentionnels permettant la communication entre les différentes spécialités, et plus largement les non-spécialistes. Nous préconisons l'utilisation des différents scénarii décrits textuellement, qui constituent la colonne vertébrale de la conception. L'ensemble des modèles graphiques associés à ces scénarii constitue l'expression détaillée ou particulière, fonction d'un point de vue sur le système.

D'autre part, en raison du lien conceptuel et technique appelé à exister entre le noyau fonctionnel et l'interface homme-machine, il nous semble pertinent de fournir aux spécialistes IHM et GL un modèle commun basé sur la notion de composants lors de la phase d'analyse. A ce stade du développement, les intervenants sont des informaticiens (analystes programmeurs) qui spécifient leur solution technique sans préciser les technologies utilisées.

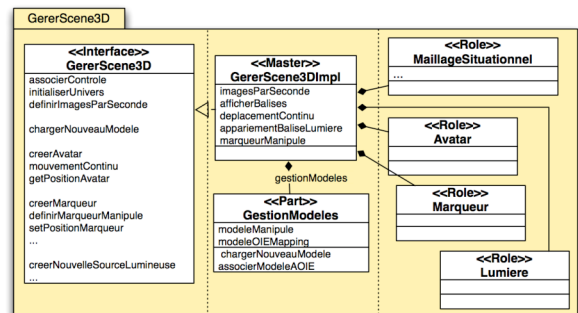


Figure 6 : Exemple d'Objet Interactionnel

À cette fin, la méthode propose, à l'origine, une représentation des concepts du système sous forme de paquetages UML tripartites, reprenant le découpage conceptuel des composants : les Objets Symphony (voir la figure 6). Bien qu'initialement proposé pour la description de modèles d'analyse de l'espace métier (on parle alors d'Objets Métier), nous décrivons dans [14] une extension de cette notation pour l'appliquer à l'espace interactionnel (Objets Interactionnels). Il est ainsi possible de

décrire concepts métier et concepts interactionnels selon le même langage.

De plus, notre extension permet également d'illustrer les relations existantes entre ces domaines. Cette mise en correspondance a lieu dans le cadre d'activités de coordination et de raffinement successives intervenant dès la fin de la phase de « Spécification organisationnelle et interactionnelle des besoins ». De la même manière que la description de l'IHM intervient dans les phases amont du cycle de développement, le fait d'envisager les liens métier-interaction constitue l'originalité de notre approche. Par souci de concision, nous renvoyons une nouvelle fois à [14] pour plus de détails sur ces relations.

La figure 6 propose une représentation simplifiée d'un Objet Interactionnel, déduit de l'application de la méthode sur l'exemple de l'État des Lieux Augmenté (EdLA) et utilisé dans le cadre de la tâche « Réaliser un état des lieux ». Son rôle est double : d'une part, il fournit un ensemble de services (partie gauche du paquetage tripartite) facilitant la mise en œuvre d'un environnement 3D numérique calé sur le monde physique. Par exemple, la position de l'utilisateur du système (l'expert état des lieux) est manifestée au travers de la notion d'« Avatar ». D'autre part, cet Objet Interactionnel opère selon le patron de conception « Façade » abordé dans [13], et permet d'abstraire la complexité des entités interactionnelles impliquées dans la tâche (partie droite du paquetage tripartite, correspondant aux « services requis »). La partie centrale du paquetage tripartite décrit les éléments constitutifs de l'Objet Interactionnel, implémentant les services décrits dans l'Interface.

## **UN GUIDE METHODOLOGIQUE POUR LES CONCEPTEURS**

### **Spécification et Formalisation de la Méthode**

Les processus, modèles, savoir-faire... doivent être décrits de manière suffisamment précise et détaillée pour être utilisables par les acteurs de la méthode. Nous avons choisi de spécifier nos propositions sous forme de patrons. Un patron exprime et capitalise un problème récurrent à résoudre, propose une solution éprouvée à ce problème et offre un moyen d'adaptation de la solution à un contexte spécifique. Dans notre approche, les patrons correspondent pour la plupart à des fragments de méthode de développement proposés dans une étape de développement et réutilisable par d'autres processus. C'est à ce titre que l'on peut les qualifier de patrons de processus. Par exemple, le diagramme d'activités proposé en figure 2 représente la démarche préconisée par le patron « Découpage fonctionnel global ». Les des activités composant l'enchaînement, telle que « Description des Processus Métier », est elle-même représentée

par un patron de processus et peut à son tour être décomposée en patrons de processus.

Les patrons sont organisés dans un système de patrons défini par un formalisme composé de rubriques et de champs. Nous avons choisi d'utiliser et d'étendre le formalisme P-Sigma [6], qui a déjà montré sa forte capacité de description, d'organisation et de réutilisation des patrons dans le cadre du GL. Pour le moment, ce travail de formalisation sous forme de patrons a abouti à un système de patrons comportant 41 patrons processus, 6 patrons documentation (décrivant les formalismes utilisés et leur cadre d'utilisation) et 2 patrons produits (décrivant les artefacts générés au cours de l'application de la méthode). Ceux-ci sont organisés grâce à des relations inter-patrons. Il est donc nécessaire de disposer d'un outil adapté pour faciliter la navigation entre eux, suivant ces relations par exemple.

### **Instrumentation de la méthode**

La méthode est instrumentée dans l'Atelier de Gestion et d'Application de Patrons (AGAP [7]). Dans un premier temps, il convient de définir dans AGAP un formalisme adapté à l'objectif recherché à savoir une prise en compte de la problématique de conception des systèmes mixtes. Comme nous l'avons dit précédemment, nous avons choisi une version étendue du formalisme P-Sigma. Les patrons de processus identifiés dans la phase de spécification ont ensuite été saisis en respectant le formalisme établi, puis organisés selon les relations inter-patrons qui formalisent leur agencement et leurs dépendances. Cette organisation aboutit à un guide méthodologique qui peut être extrait sous la forme d'un site Web indépendant dans lequel les concepteurs vont pouvoir effectuer des recherches, naviguer en suivant les processus préconisés par la méthode, identifier les étapes franchies et restantes et envisager la suite des opérations de modélisation et de conception à mener pour aboutir à un système mixte opérationnel.

### **CONCLUSION**

La complexité des systèmes interactifs, en particulier des systèmes mixtes nécessite de guider leur développement au travers de modèles et de processus spécifiques. C'est ce que propose notre méthode. Celle-ci décrit ainsi les différents rôles fonctionnels et acteurs pouvant intervenir au cours du développement, y compris pour des activités mal définies (évaluations ergonomiques...). Afin d'intégrer harmonieusement ces situations au sein de la méthode, nous proposons des activités sous forme de boîtes noires ou bien différentes alternatives de développement. L'utilisation de patrons est toute indiquée, non seulement pour guider les choix de développement, mais également pour assurer l'évolution de la méthode en fonction

des avancées de développement en IHM, et par extension aux systèmes mixtes, dont les processus de conception ne sont pas clairement définis et sont susceptibles d'évoluer.

La base méthodologique proposée devra également prendre en compte les considérations techniques liées au développement de systèmes mixtes. Nous avons déjà identifié dans ce cadre certains points de convergence entre la branche fonctionnelle et la branche technique du cycle de vie en Y, comme par exemple l'influence de la description de l'interaction projetée sur le choix des dispositifs physiques d'interaction et des architectures logicielles qui peuvent y être associées. Il conviendra aussi de fournir des règles et outils de support à la cohérence entre les aspects métier (fonctionnel) et techniques de développement des systèmes mixtes. Enfin, il convient d'envisager l'utilisation des règles et recommandations ergonomiques propres à la conception d'un système mixte afin d'assurer la production d'une solution la plus utilisable possible.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. Booch, G., Jacobson, I., Rumbaugh, J. *The Unified Modeling Language- User Guide*, Addison-Wesley, 1998.
2. Carroll, J.M., Scenario-Based Design. In Helander M., Landauer T.K., Prabhu P. (eds), *Handbook of Human-Computer Interaction*, Elsevier Science B.V., pp. 383-406.
3. Chalon R., David B. T., Modélisation de l'interaction collaborative dans les systèmes de Réalité Mixte In: *Proc. of the ACM conference IHM 04. Namur*, 1-3 septembre 2004, ISBN : 1-58113-926-8, pp. 37-44.
4. Chalon, R., *Réalité Mixte et Travail Collaboratif : IRVO, un modèle de l'Interaction Homme-Machine*, Thèse de Doctorat, Ecole Centrale Lyon, 2004.
5. Constantine L., Biddle R. and Noble J., Usage-Centred Design and Software Engineering: Models for Integration. In M. Borup Harning and J. Vanderdonck eds, *Proc. of the IFIP TC13 workshop on Closing the gaps: Software engineering and Human-Computer Interaction*, 2003.
6. Conte A., Fredj M., Giraudin J.P., Rieu D., P-Sigma : un formalisme pour une représentation unifiée de patrons, *Congrès INFORSID, Genève*, juin 2001.
7. Conte A., Giraudin J.P., Hassine I., Rieu D., Un environnement et un formalisme pour la définition, la gestion et l'application de patrons, *revue Ingénierie des Systèmes d'Information (ISI), volume 6 N°2, Hermès* 2002.
8. Coutrix, C., Nigay, L., Mixed Reality : a model of mixed interaction. In *Proc. Of AVI'2006, 8th International Conference on Advanced Visual Interfaces*, Venise, Italie (2006) 43-50.
9. David, B. T. IHM pour les collecticiels. In *Réseaux et systèmes répartis, vol.13*, pp 169-206, Hermès, 2001.
10. Drouin, A., Valentin, A., Vanderdonck, J., Les Apports de l'ergonomie à l'analyse et à la conception de systèmes d'information. In : *Analyse et conception de l'IHM*, pp 51-83, Hermès, 2001.
11. Dubois, E., Gray P.D., Nigay, L.: ASUR++: a Design Notation for Mobile Mixed Systems. *Interacting With Computers 15 (2003) 497-520*.
12. Dubois, E., Nigay, L., Troccaz, J., Chavanon, O., Carrat, L.: Classification Space for Augmented Surgery, an Augmented Reality Case Study. In Sasse, A., Johnson, C., eds.: *Proc. Of Interact'99*, Édinburgh, UK (1999) 353-359.
13. Gamma, E., Helm, R., Johnson, R. E., Vlissides, J., *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*, Addison-Wesley, 1995.
14. Godet-Bar, G., Rieu, D., Dupuy-Chessa, S., Juras, D., Interactional Objects: HCI concerns in the analysis phase of the Symphony method. In *Proc. Of 9<sup>th</sup> International Conference on Entreprise Information Systems ICEIS'07*, Funchal, Portugal, 2007.
15. Grebici, K., Blanco, E., Rieu, D., Toward non mature information management in collaborative design processes, In *International Conference on Engineering Design ICED05*, Melbourne, Australia, 2005.
16. Gulliksen J. and Göransson B., Usability Design: Integrating User-Centred Systems Design in the Systems Development Process, *tutorial at CHI'2005*, USA, 2005.
17. Hassine, I., *Spécification et formalisation des démarches de développement à base de composants métier: la démarche Symphony*, Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique de Grenoble, 2005.
18. Jacobson, I., Booch, G., Rumbaugh, J. *The Unified Software Development Process*, Addison-Wesley, 1999.
19. Juras, D., Rieu, D., Dupuy-Chessa, S., Vers une méthode de développement pour les Systèmes Mixtes. In *INFORSID'06, Actes du 24<sup>ème</sup> Congrès Informatique des Organisations et Systèmes d'Information et de Décision*, Hammamet, Tunisie (2006) 33-48.
20. Juras, D., Rieu, D., Dupuy-Chessa, S., Front, A., Conception collaborative pour les Systèmes Mixtes. In *Revue Génie Logiciel num. 77, pp. 31-36, GL-IS*, 2006.
21. Kolski, C., Ezzedine, H., Abed, M., Développement du logiciel: des cycles classiques aux cycles enrichis sous l'angle de l'IHM. In : *Analyse et conception de l'IHM*, pp 23-49, Hermès, 2001.
22. Lu, S., Paris, C., Colineau, N., Generating UML Diagrams from Task Models. In *Proceedings of CHINZ'03*, July 3-4 2003, Dunedin, New Zealand, 2003.
23. Paterno, F., Mancini, Meniconi: ConcurTask Tree: a diagrammatic notation for specifying task models. In: *Proc of Interact'97*. (1997) 362-369.
24. Renevier, P., *Systèmes Mixtes Collaboratifs sur Supports Mobiles : Conception et Réalisation*, Thèse de Doctorat, Université Joseph-Fourier – Grenoble I, 2004.
25. Rieu, D., *Ingénierie des Systèmes d'Information*, Mémoire d'Habilitation à Diriger les Recherches, Institut National Polytechnique de Grenoble, 1999.
26. Salber, D., *De l'interaction individuelle aux systèmes multi-utilisateurs. L'exemple de la Communication Homme-Homme Médiatisée*. Thèse de Doctorat, Université Joseph-Fourier – Grenoble I, 1995.
27. Sousa K. S. and Furtado E., An approach to integrate HCI and SE in requirements engineering. In M. Borup Harning and J. Vanderdonck eds, *Proceedings of the IFIP TC13 workshop on Closing the gaps: Software engineering and Human-Computer Interaction*, 2003.
28. Tarby J.C., Barthet M.F., Analyse et modélisation des tâches dans la conception des systèmes d'information : la méthode Diane+. In : *Analyse et conception de l'IHM*, pp 117-144, Hermès, 2001.
29. Trevisan, D., Vanderdonck, J. Macq, B.: Model-Based Approach and Augmented Reality Systems. In *Proc. of HCI International'03*, 2003.