

Une expérience de conception et de prototypage d'interfaces évoluées en milieu industriel

Céline Schlienger Stéphane Valès Stéphane Chatty

IntuiLab
Prologue 1 – La Pyrénéenne
B.P. 27201
31672 LABEGE Cedex
{celine,vales,chatty}@intuilab.com

RESUME

Les méthodes de conception itératives sont peu employées dans l'industrie pour le développement de systèmes complexes. Pourtant, de plus en plus d'industriels sont conscients des enjeux liés à l'utilisabilité des produits et cherchent des solutions pour concevoir et réaliser des prototypes.

IntuiLab a intégré les méthodes de conception participative et itérative dans les processus d'industrialisation des systèmes complexes et les a adaptées pour mieux répondre aux contraintes industrielles. Nous présentons les adaptations de ces méthodes et illustrons leur mise en œuvre par un exemple concret de réalisation d'un prototype pour un industriel du contrôle de trafic aérien.

MOTS CLES : prototypage, conception itérative, interfaces évoluées, industrie, processus, méthodes

ABSTRACT

Iterative design methods are barely applied for complex system programming in the industry. However, more and more manufacturers become aware about products usability and try to find solutions for designing prototypes.

IntuiLab has integrated participatory and iterative design methods in the industrialisation process of complex systems. It has adapted them to meet industrial constraints. We present the adaptation of these methods and, with a concrete example of prototyping for a traffic control industrialist, we illustrate how they were implemented

CATEGORIES AND SUBJECT DESCRIPTORS: H.5.2 [Information Interfaces and Presentation]: User Interfaces---GUI, Prototyping, User-centered design; D.2.2 [Software Engineering]: Design Tools and Technics---User-Interfaces.

Copyright © 2004 by the Association for Computing Machinery, Inc. permission to make digital or hard copies of part or all of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for components of this work owned by others than ACM must be honored. Abstracting with credit is permitted. To copy otherwise, to republish, to post on servers, or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee. Request permissions from Publications Dept., ACM, Inc., fax +1 (212) 869-0481, or permissions@acm.org. IHM 2004 Aug 30 – Sep 3, 2004, Namur, Belgium
Copyright 2004 ACM 1-58113-926-8 \$5.00

GENERAL TERMS: Design, Management, Human-factors.

KEYWORDS: prototyping, iterative design, advanced interfaces, industry, process, methods

INTRODUCTION

La pratique de méthodes de conception participative et itérative est plus ou moins développée suivant la nature des applications envisagées. Dans les systèmes d'information et de télécommunication, elles sont employées jusqu'au stade industriel [3, 7]. Par contre, pour la réalisation de systèmes complexes, tels que des postes de contrôle ou de supervision, ces méthodes sont principalement exploitées dans les centres de recherche [6, 8]. En effet, si le temps accordé aux phases de conception de systèmes complexes dans le milieu de la recherche peut être d'une personne et demi pendant un an (temps de conception et de prototypage pour la première étape de DigiStrips), de tels délais ne peuvent être envisagés pour les phases de prototypage d'IHM dans l'industrie. Les méthodes doivent donc être adaptées pour répondre aux contraintes industrielles (délais, coûts, faible disponibilité de intervenants...).

IntuiLab conçoit des interfaces évoluées hautement interactives ou multimodales pour des industriels dans divers secteurs : contrôle aérien, supervision de systèmes de transport, automobile, etc. S'appuyant sur une équipe pluridisciplinaire, elle emploie des méthodes de conception participative et itérative. Nous avons donc dû conjuguer l'utilisation de ces méthodes dans les systèmes complexes avec le respect des contraintes du contexte industriel. En deux ans d'existence, la société est intervenue dans une dizaine de projets de ce type. Ces projets ont couvert différentes plages du cycle de conception et de réalisation : conception seule se terminant par un dossier de spécifications, conception et réalisation d'un prototype, prototypage sur la base de spécifications fournies par le client, ou réalisation complète d'un produit.

Ces deux ans d'expérience nous ont permis de valider la pertinence de la conception participative, du prototypage basse fidélité à la réalisation rapide de prototypes fonctionnels dans les domaines industriels. Nous avons aussi

identifié des freins à la mise en place de ces méthodes dans l'industrie, et découvert des différences dans leur application entre le milieu de la recherche et le milieu industriel. Cet article rassemble une partie des leçons apprises, en particulier en matière de prototypage et de gestion de projet. Il illustre ces deux points sur un exemple concret : la réalisation de l'interface d'un outil de contrôle aérien.

DU LABORATOIRE A LA PRATIQUE INDUSTRIELLE

La principale difficulté pour employer des méthodes de conception participative et itérative dans le monde industriel ne relève pas de l'application des méthodes participatives mais de la mise en place du processus de conception. En effet, une fois une séance de brainstorming, cognitive walkthrough ou prototypage planifiée avec utilisateurs, ergonomes, graphistes, programmeurs, les mêmes techniques que dans la recherche [1, 4] peuvent être employées avec succès. En revanche, il est plus difficile d'organiser l'utilisation de ces méthodes. Nous avons identifié les causes suivantes :

- Le processus de conception participatif et itératif est souvent mal connu voire même inconnu dans l'industrie. D'autres cycles, tels que le cycle en V, y sont employés. Il est donc non seulement nécessaire de s'y interfacer, mais aussi d'en comprendre les caractéristiques (spécifications en début de cycle, produit fonctionnel en fin de cycle...).
- Les relations avec les industriels sont contractuelles avec des obligations à la fois de délais et de résultats. Or, un processus itératif fait souvent naître de nouveaux besoins et met en évidence de nouveaux problèmes de conception. Ces "découvertes" doivent être gérées, objectifs et délais restant inchangés.
- Les industriels sont de plus en plus conscients de l'importance de l'IHM de leurs produits, mais les délais accordés à la conception d'IHM restent très courts dans les projets. Ces délais ne permettent donc pas de traiter tous les problèmes de conception en profondeur et avec les utilisateurs ; des choix doivent être faits.
- Face aux contraintes de coûts, la conception d'une IHM est rarement sous-traitée à 100%. Une partie du travail est prise en charge par l'industriel. Il faut donc à la fois s'intégrer aux équipes et s'interfacer avec les outils qu'ils exploitent.

Pour être appliquées dans l'industrie des grands systèmes, les méthodes de conception participative et itérative doivent avant tout être replacées dans un processus global de production. Les outils industriels sont développés sur des variantes du cycle en V. IntuiLab rattache le cycle itératif de conception et de prototypage d'interfaces au cycle de développement en V et intègre ainsi les démarches itératives au processus de production.

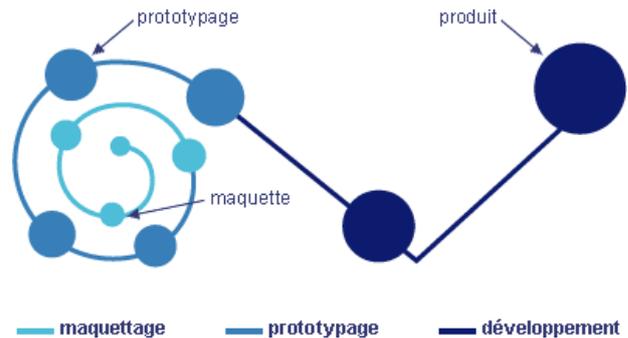


Figure 1: Processus de conception itératif intégré au cycle de développement industriel

Dans la suite de cette partie, nous nous intéressons à la "spirale" du cycle en nous focalisant sur la gestion de projet et les méthodes de prototypage. Nous décrivons les quatre axes principaux par lesquels nous adaptons, sous ces deux angles, le processus de conception aux contraintes industrielles :

- s'adapter aux équipes en place,
- compléter les spécifications,
- cibler les problèmes de conception,
- prototyper rapidement tout en s'intégrant à l'environnement.

S'adapter aux équipes en place

La conception de l'interface est souvent une tâche d'un projet global. Pour mettre en place un processus participatif et itératif, il faut donc non seulement s'intégrer dans la structure globale du projet, mais aussi s'intégrer au sein d'une équipe.

Nous avons observé à plusieurs reprises que la structure initiale du projet n'était pas adaptée à la mise en place de tels processus. Le *chef de projet de conception*, interlocuteur du chef du projet global pour la conception d'interfaces évoluées, aide à intégrer le processus de conception dans l'organisation du projet global. Il est également responsable de la mise en place et du suivi du processus itératif de conception dans le cadre spécifique du projet.

Pour conduire au mieux le processus de conception, l'idéal est de disposer d'une équipe pluridisciplinaire composée d'utilisateurs, d'ergonomes, de graphistes et des programmeurs. Mais, les industriels ont parfois dans leur équipe des spécialistes dans quelques-unes de ces disciplines. L'équipe de conception mise en place est donc adaptée pour en tenir compte. Nous avons par exemple collaboré avec une équipe composée de programmeurs et de graphistes. Elle a été complétée avec un chef de projet de conception, des ergonomes et des programmeurs (pour le développement de prototypes basse fidélité permettant d'alimenter les séances de conception).

Compléter les spécifications

Dans la majorité des projets dans lesquels IntuiLab est intervenu, les industriels avaient déjà établi des spécifications pour le prototype à réaliser. Ces spécifications se présentaient sous la forme de diagrammes UML, de scénarii d'utilisation et/ou de listes de fonctionnalités. Mais, la plupart du temps, ces spécifications sont incomplètes pour la réalisation d'un prototype ou cachent des problèmes de conception d'interfaces non identifiés.

L'équipe de conception produit alors des prototypes papier pour préciser la composition des interfaces et des objets de l'interaction. Elle réalise des story-boards pour illustrer les animations. Elle filme des scénarii d'utilisation sur les prototypes papier pour détailler un principe d'interaction ou illustrer plusieurs alternatives [10]. Ces éléments accompagnent les spécifications. Ainsi, non seulement ils garantissent l'adéquation des spécifications aux besoins des utilisateurs, mais ils sont aussi un gage de faisabilité.



Figure 2: Exploitation des prototypes papier et des vidéos pour préciser les spécifications

Cibler les problèmes de conception

Les méthodes de conception itérative et participative sont pertinentes si elles impliquent des participants aux profils différents et si plusieurs itérations peuvent être effectuées [1,4,5].

Dans le monde industriel, nous sommes confrontés à deux problèmes :

- la ressource "participants" est rare : il est difficile de trouver une date convenant à tous les acteurs du projet et les utilisateurs ne sont pas toujours disponibles,

- le nombre d'itérations possibles est souvent limité par le temps accordé à la phase de conception.

Pour cibler plus rapidement les problèmes de conception, c'est-à-dire identifier les points délicats du projet et plus particulièrement les points de conception à approfondir, le chef de projet de conception organise une première itération avec l'équipe pluridisciplinaire d'experts d'IntuiLab.

Plus précisément, sur la base de la demande du client et en utilisant des techniques d'analyse de la tâche et de l'activité, l'équipe de conception reformule les besoins en dégagant les concepts manipulés, en définissant la tâche de l'utilisateur ou encore en rédigeant des scénarii d'utilisation. Après avoir rassemblé des illustrations des technologies à utiliser dans le projet, l'équipe met en place une première séance de conception en interne. Cette séance permet de prototyper rapidement pour les points "faciles", de cerner les problèmes de conception et de proposer plusieurs solutions. Les résultats de cette séance sont alors regroupés dans un document. Ce document sert de base de discussion pour valider les points "faciles" de conception et pour choisir les problèmes à aborder en séance de conception participative faisant intervenir cette fois tous les acteurs du projet.

Prototypage rapide... mais fonctionnel !

Les industriels sont séduits par l'idée de prototyper rapidement des interfaces : en réduisant les temps de développement des prototypes, non seulement les coûts sont réduits, mais plusieurs solutions peuvent ainsi être envisagées, testées, comparées. Dans un projet, les programmeurs ont par exemple prototypé en quelques jours plusieurs représentations de tâches sur un planning en utilisant différentes techniques de visualisation (superposition de pages, la perspective wall, le fish-eye... figure 3). L'industriel a ainsi pu choisir la visualisation qui était selon lui la plus adaptée à la situation avant de commencer le développement du prototype.

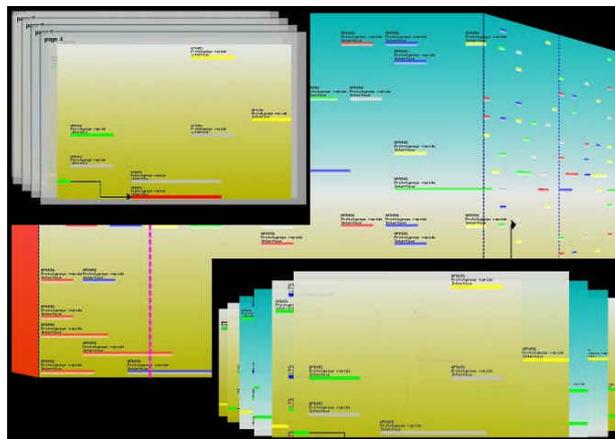


Figure 3: Prototypes de différentes visualisations

Mais des prototypes seuls, même très complets, ne répondent que partiellement aux attentes des industriels. L'intégration in-situ est une étape indispensable dans son acceptation. L'industriel peut en effet vouloir s'en servir pour test/validation avec des utilisateurs dans un environnement opérationnel. Le chef de projet chez le client a également des idées à démontrer en interne dans l'entreprise et se sert alors de l'interface comme élément de communication sur le projet et ses applications.

L'intégration peut nécessiter une connexion matérielle (se brancher à un dispositif d'entrée spécifique) ou logicielle (se connecter à une base de données, à un système de reconnaissance vocale, à un système opérationnel). IntuiLab s'appuie sur le bus logiciel Ivy [2] pour l'interconnexion des prototypes aux applications. Ce bus peer-to-peer permet une communication asynchrone orientée prototypage rapide. Il permet d'échanger des messages textuels entre les applications qui s'y abonnent par expressions régulières. Une fois le protocole de communication mis en place, les applications peuvent s'échanger des informations indépendamment du langage de programmation ou de la plate-forme.

Réaliser un prototype fonctionnel est aussi un projet complexe parce que cela nécessite une organisation d'équipe qui permette le partage du travail tout en respectant la souplesse du prototypage. Il est donc important de structurer le projet et l'architecture du logiciel pour d'une part offrir une base commune de travail et d'autre part permettre le travail individuel des différents acteurs.

ETUDE DE CAS

Cette étude de cas présente le prototypage d'un outil innovant de collaboration entre contrôleurs aériens pour gérer les flux d'avions au départ et à l'arrivée dans un aéroport. Le projet dans sa globalité s'inscrit dans une démarche itérative et participative avec un chef de projet, un chef de projet de conception, des contrôleurs aériens, un ergonomiste, un designer graphique et des programmeurs. Nous nous attacherons dans cette partie à illustrer la mise en place de la gestion de projet et des méthodes de prototypage présentées précédemment en nous centrant sur une étape précise du déroulement.

Cette étape présente une itération du projet qui s'est déroulée entre novembre 2003 et janvier 2004 avec en point de mire un salon professionnel du trafic aérien où le système devait être exposé. Cette itération a impliqué un chef de projet de conception et un concepteur-développeur d'IHM d'IntuiLab à Toulouse, un chef de projet, également développeur, chez le client (lui aussi à Toulouse) et un designer à Montpellier. Les bases technologiques utilisées pour ce projet ont principalement été constituées de l'application DigiStrips [8,9] et de [11].

Nous décrivons ici le processus adopté pour assurer la communication et la cohérence durant les différentes

phases du projet, depuis la conception jusqu'à la validation. Pour la réalisation du prototype, nous avons utilisé l'atelier de prototypage et de développement IntuiKit.

Initialisation du projet

Les deux métiers ciblés par le projet sont ceux du contrôleur pré-vol (*ground*) et du contrôleur tour (*runway*). Le contrôleur pré-vol reçoit les demandes des avions souhaitant quitter l'aéroport. Son rôle est de bâtir en temps réel une séquence des vols au départ, en fonction de diverses contraintes horaires, pour ensuite la transmettre au contrôleur tour. Ce dernier gère l'acheminement effectif des avions jusqu'à la piste de décollage en adaptant la séquence reçue pour faire décoller les avions le plus rapidement possible tout en assurant leurs contraintes horaires.

La problématique de ce projet est le prototypage de deux nouveaux principes de visualisation des flux de trafic au départ et à l'arrivée d'un aéroport. Le choix de ces deux visualisations est issu de l'analyse de la tâche et de l'activité faite par le client. Elles correspondent chacune aux métiers des contrôleurs précédents. Ces principes doivent être couplés à la manipulation directe d'informations de vols regroupées sur des objets électroniques appelés *strips* au travers d'un écran tactile. Les deux principes doivent être répartis sur deux interfaces collaboratives distantes. Elles doivent être connectées entre elles et avec le système opérationnel qui ne propose aucune solution existante pour cela.

Le client possédait initialement des idées assez précises sur les scénarii d'utilisation et les visualisations à présenter. Elles étaient issues de l'expérience d'utilisation du système existant, opérationnel dans plusieurs aéroports, et des évolutions prévues.

Phase de conception

Sur cette base, IntuiLab a procédé à un travail préliminaire de *complétion des spécifications* qui s'est poursuivi par une analyse destinée à structurer les différents concepts à présenter. Ces concepts ont été regroupés en entités pertinentes à organiser et à associer à des comportements et des interactions.

L'analyse précédente a conduit à la réalisation de maquettes papier illustrées par la figure 4 présentant les concepts déterminés. Ces maquettes ont permis de jouer les scénarii d'utilisation fournis par le client, tout en introduisant des propositions pour la composition graphique globale de l'application (sans entrer pour le moment dans des considérations esthétiques ou sémiologiques). Elles ont également servi de support à la *résolution des problèmes d'interaction*, y compris collaborative, détectés pendant la phase d'analyse. Un des problèmes résolus au travers des maquettes papier a été la définition des manipulations de transfert de *strips* entre les deux contrôleurs. Tout ceci a été conclu au cours d'une séance de conception participative pilotée par le chef de projet

de conception, mettant en présence des gens de différentes disciplines (des développeurs, un designer, des experts en IHM et des opérationnels).

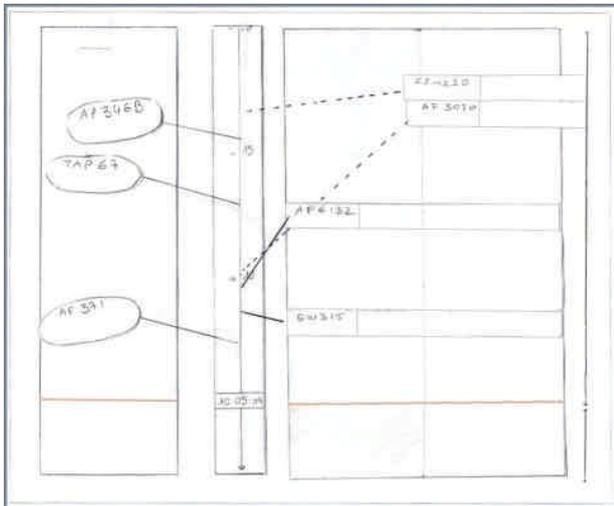
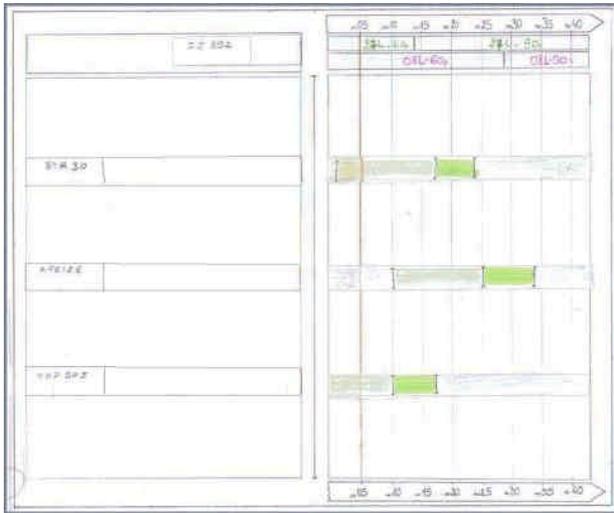


Figure 4: Maquettes papier pour le support à la conception

Etant donné les délais réduits pour ce projet, une seule séance de conception participative et donc une seule itération proprement dite ont été organisées pendant la phase de conception. Cela a réclamé de faire une analyse initiale très dense et certains choix jugés sensibles ont été réalisés hors de la séance de conception participative en se référant uniquement aux compétences métier du client.

Au terme de cette séance, les spécifications et les scénarii d'utilisation ont pu être figés. Par ailleurs, les différents composants interactifs et les aspects collaboratifs présentés dans les maquettes papier ont pu être validés. Deux semaines s'étaient alors écoulées depuis le lancement du projet.

L'architecture logicielle de l'application et les différents composants ont été imaginés à partir d'une analyse des besoins des utilisateurs sans être contraints par des considérations techniques. Les composants ont été déterminés sur mesure sans se limiter à une base existante de widgets, même si certains composants étaient préexistants au projet (les *strips* sont issus de DigiStrips).

Synchronisation et organisation du travail

En utilisant ces résultats, le designer a débuté son travail de création en cherchant et en affinant les ambiances et les effets visuels sur lesquels allait reposer le projet. Il a poursuivi par la réalisation de croquis, en fonction des éléments qu'il avait pu regrouper pendant la phase de conception, durant laquelle il a été activement présent.

Les concepteurs d'IntuiLab ont commencé d'une part à prototyper très partiellement les différents composants logiciels avec des éléments graphiques simples, établissant juste un squelette compatible avec les informations à présenter et l'interaction définie dans les maquettes papier. IntuiKit a permis cela notamment par ses capacités à exploiter le format graphique vectoriel SVG couplé avec des modèles de comportement (automates à états finis) et une API adaptée à un développement progressif et itératif.

D'autre part, ils ont conçu un prototype d'architecture pour l'intégration des composants de chacune des interfaces. De même, en collaboration avec le client, une architecture globale répartie au travers du bus logiciel Ivy a été établie. Cette architecture répartie est indiquée sur la figure 5. Elle représente les trois applications à faire dialoguer. Elle a permis de bâtir un premier protocole de communication entre le système opérationnel et les deux interfaces. La construction de ce protocole s'apparente à la construction d'un langage d'échange de données. On y indique généralement le type d'informations transférées, l'origine et la destination des informations, ainsi que le contenu lui-même.

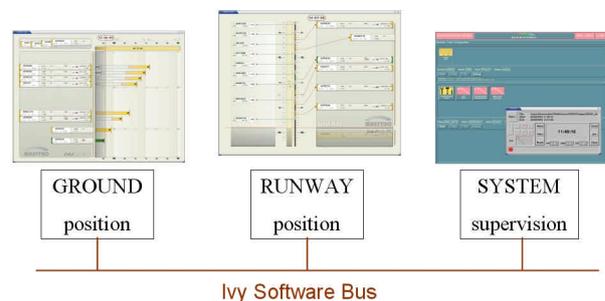


Figure 5: Architecture répartie

Le client a également entamé le développement d'une passerelle entre le logiciel opérationnel et le bus logiciel Ivy à l'aide d'une API en langage ADA et d'un exemple fourni par IntuiLab. La connexion entre le système opé-

rationnel et le bus logiciel a pris quelques jours de travail. La complexité de la passerelle résidait dans la construction des données à transmettre aux interfaces des contrôleurs.

Ces trois activités ont été conduites séparément pendant une semaine au terme de laquelle deux synchronisations ont eu lieu.

La première synchronisation impliquait le designer et les développeurs d'IntuiLab. Elle concernait la structuration et la composition graphique des deux interfaces collaboratives. Afin de créer une base commune pour les échanges entre le designer et les développeurs, nous avons utilisé l'arborescence du format SVG pour définir les structures que le designer devait respecter. Cela permettait une intégration de ses réalisations sans nécessiter de modifier le code applicatif. Notons à ce propos que le designer peut facilement (re)structurer ses compositions avec les outils dont il dispose pour s'adapter à une arborescence imposée.

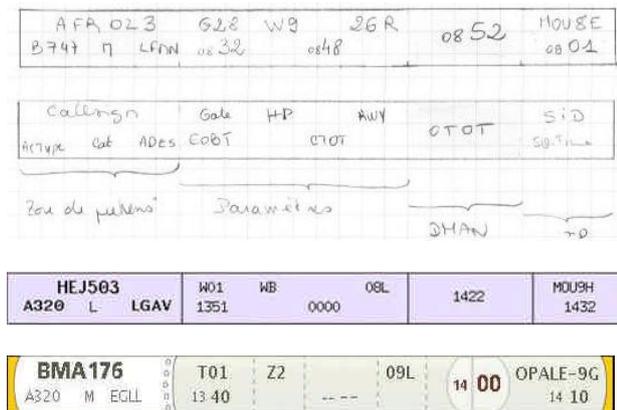


Figure 6 : Evolutions d'un strip au cours de la conception et du développement

La figure 6 montre l'évolution d'un strip au cours du projet. Nous sommes partis d'une maquette papier présentant l'ensemble des informations et leur type. Nous avons ensuite produit un objet graphique simple au format SVG. La structure de ce dernier a servi de référence au designer pour produire le modèle final, graphiquement abouti.

La seconde synchronisation a permis la définition complète du protocole de communication décrivant les échanges d'informations bidirectionnels entre le système opérationnel et les interfaces. L'enjeu était de définir les différentes fonctions à développer pour assurer le traitement des données transmises aussi bien du côté opérationnel que du côté des interfaces utilisateurs.

A ce stade, trois semaines après le lancement du projet, l'ensemble des acteurs était en mesure de travailler indépendamment en minimisant les risques de divergence.

Développements en parallèle et intégration continue

Les développeurs d'IntuiLab ont travaillé à deux simultanément sur le développement proprement dit. Les différentes tâches à accomplir étaient le développement individuel de chaque composant, la communication entre les composants au sein de chacune des interfaces et la gestion des flux d'information entrant et sortant des interfaces. L'organisation entre les développeurs visait à optimiser les phases de travail en parallèle et à répartir au mieux les efforts entre le développement et l'intégration des composants. Des concertations régulières ont permis d'obtenir rapidement un prototype dont certaines parties étaient prêtes pour la réalisation de tests dans l'environnement complet.

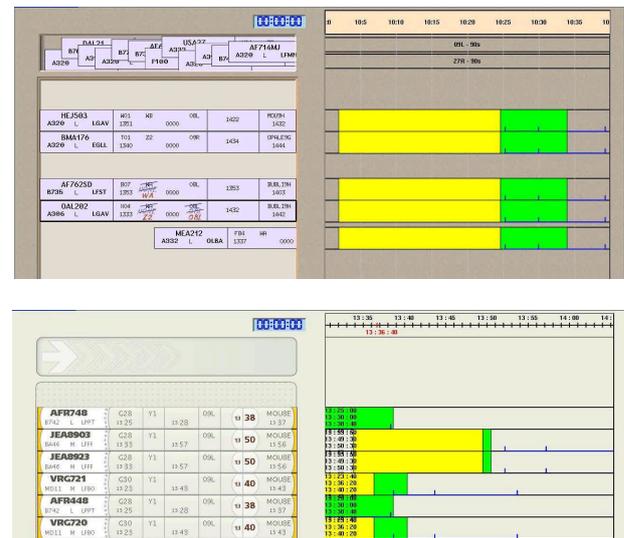


Figure 7 : Evolution du prototype au cours du développement

Pour les composants ayant une structure graphique stable, (les strips, les boîtes de dialogue,...), au fur et à mesure de son avancement, le designer transmettait ses propositions aux développeurs d'IntuiLab. Ils pouvaient les intégrer immédiatement conformément à la structure établie précédemment. Ceci permettait au designer de voir les résultats de son travail tels qu'ils étaient rendus par IntuiKit en y ajoutant la perception des aspects dynamiques (animations et interactions) habituellement inaccessibles à ce stade du développement.

La figure 7 montre deux « photographies » de l'évolution des interfaces au fur et à mesure de l'intégration des éléments graphiques fournis par le designer. Elle montre en particulier la cohabitation des composants finalisés avec ceux encore en développement.

En outre, certains composants visuels complexes ne pouvaient pas être complètement modélisés de façon formelle : ils faisaient appel à des ensembles de données ou à des représentations inadaptées aux automates à états finis. Les développeurs d'IntuiLab les ont donc conçus en utilisant l'API d'IntuiKit en fonction des recommandations et des données (au format SVG) transmises par le designer. IntuiKit permet en effet de combiner les entités graphiques de bases, les gradients de couleurs et certains effets visuels au travers de son API pour produire des composants paramétrables proposant des comportements sophistiqués. La mise au point des algorithmes présents dans ces composants a bien évidemment pris un peu plus de temps que l'intégration directe de données en SVG par IntuiKit. Cependant, la facilité de manipulation des entités graphiques et les techniques d'intégration des composants d'IntuiKit ont permis de se concentrer sur la complexité des algorithmes.

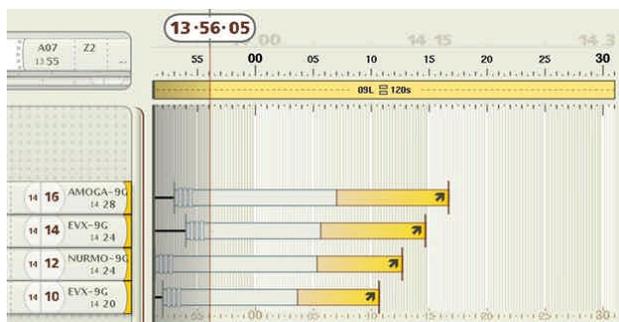


Figure 8 : composants graphiques évolués

La figure 8 montre un ensemble de composants reliés à des informations temporelles. Le composant principal de cet ensemble est un composant *Timeline* qui gère une partie graphique pour représenter une échelle des temps mais qui fournit aussi des services de positionnement d'objets par rapport à des heures. Les autres composants sont eux chargés de faire le lien entre des données abstraites et une représentation graphique dans le contexte temporel de l'application. Il existe également un lien visuel entre les informations temporelles et les *strips* associés. La cohérence de cet ensemble est assurée par des échanges d'événements entre composants.

Les échanges ont été nombreux pendant la phase de développement entre le designer et les autres acteurs. Les discussions ont principalement porté sur la hiérarchisation de l'information, déduite des aspects métiers non maîtrisés par le designer et sur le rendu d'effets visuels, notamment les filtres autorisés dans le format SVG.

La figure 9 montre l'occupation d'une piste de décollage entre les vols à l'arrivée (à gauche) et les vols au départ (à droite). La gestion du composant central qui représente la piste implique la prise en compte d'informations venant à la fois du système opérationnel et des manipula-

tions de l'utilisateur sur les *strips*. La propagation de ces informations est assurée par le système de gestion des événements proposé par IntuiKit.

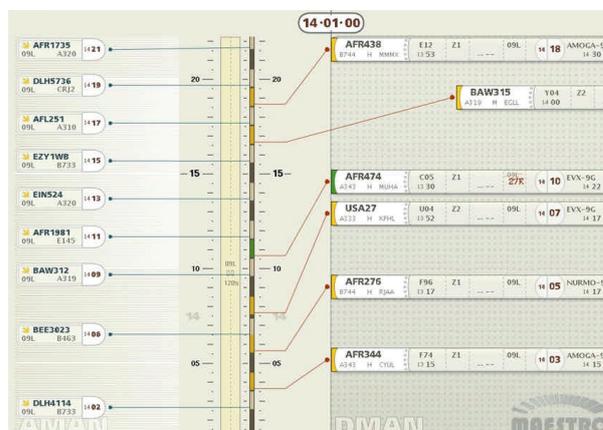


Figure 9 : Fusion entre présentation d'information et interaction

Enfin, la connexion des interfaces utilisateur au système opérationnel a également été réalisée progressivement. Le bus logiciel Ivy qui sert de support à cette connexion, propose une approche par échange de messages qui permet de traiter les informations type par type mais aussi de simuler très facilement des envois de messages conformément au protocole puisque ces derniers sont conçus dans un format textuel directement utilisable par les humains.

Globalement l'implémentation s'est donc faite au rythme des différents acteurs sans contraintes croisées. Et les blocages qui ont pu être rencontrés dans les différents domaines (graphisme, développement et interfaçage) n'ont impacté que les domaines en question.

Validation

Au terme du développement, onze semaines après le lancement du projet, une phase complète de tests a été réalisée à l'aide des scénarii initialement établis. Elle a permis de mettre en évidence certains défauts non détectés au cours du développement au niveau du traitement des événements et de la communication globale.

Une phase de correction a alors été entreprise pour arriver au terme des treize semaines à une application entièrement connectée et entièrement fonctionnelle.

CONCLUSION

Pour concevoir des interfaces évoluées, les industriels recherchent des méthodes et des outils permettant de faire du prototypage rapide et efficace. Les méthodes de conception participative éprouvées dans le milieu de la recherche peuvent être adaptées dans le milieu industriel pour mieux répondre aux contraintes temporelles fortes tout en ne négligeant pas les itérations. Pour appliquer ces méthodes, IntuiLab a dû mettre en place une gestion

de projet spécifique pour planifier les tâches de conception et de développement et pour les répartir entre les membres d'une équipe pluridisciplinaire. Avec l'emploi d'outils de prototypage d'interfaces adaptés au travail de groupes pluridisciplinaires, il devient alors possible de concilier conception d'interfaces et impératifs industriels.

BIBLIOGRAPHIE

1. Bodker, S., Nielsen, C., Graves Petersen, M., *Creativity, cooperation and interactive design*. ACM Press, New York, New York, 2000
2. Buisson, M., Bustico, A., Chatty, S., Colin, F.R., Jestin, Y., Maury, S., Mertz, C., Truillet, P. *Ivy : un bus logiciel au service du développement de prototypes de systèmes interactifs*. Actes de la conférence IHM'02, Poitiers, 2002
3. Lindholm, C., Keinonen, T., Kiljander, H. *Mobile Usability. How Nokia Changed the Face of the Mobile Phone*, McGraw-Hill, New-York, New-York, 2003
4. Mackay, W., *Educating Multidisciplinary Design Teams*. disponible à l'adresse http://ilios.cti.gr/DCTales/design_education.asp
5. Mackay, W., Fayard; A.L. *HCI, Natural Science and Design: A Framework for Triangulation Across Disciplines*. In Proceedings of ACM DIS '97, Designing Interactive Systems. Amsterdam, the Netherlands, 1997
6. Mackay, M., Fayard, A.L., Frobert, L., Médini, L. *Reinventing the Familiar: Exploring an Augmented Reality Design Space for Air Traffic Control*. Proceedings of CHI'98 Human Factors in Computing Systems, ACM/SIGCHI, 1998.
7. Mayhew, D.J. *The Usability Engineering Lifecycle*. Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, California, 1999
8. Mertz, C., Chatty, S., Vinot, J.L. *Pushing the limits of ATC user interface design to avoid S&M interaction: the DigiStrips Experience*. Proceedings of the ATM'00 seminar, Napoli, Italy 2000
9. Mertz, C., Chatty, S., Vinot, J.L. *Interface gestuelle pour écran tactile, animations et design graphique : un guide de conception*. Onzième conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine IHM99, Vol. 1, I, pp. 1-8, Cépaduès ed., Montpellier, France, 1999
10. Rosson, M.B. and Carroll, J.M. *Usability Engineering. Scenario-Based Development of Human-Computer Interaction*. Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, California, 1999.
11. Sire, S. *La collaboration directe, un paradigme d'interaction pour le travail collaboratif assisté par ordinateur*. Thèse de doctorat, Université Toulouse 1, 2000