



**HAL**  
open science

## Concept de Salle Virtuelle d'Interaction Collaborative

Jeremy Ringard, Samuel Degrande, Stéphane Louis-Dit-Picard, Christophe  
Chaillou

► **To cite this version:**

Jeremy Ringard, Samuel Degrande, Stéphane Louis-Dit-Picard, Christophe Chaillou. Concept de Salle Virtuelle d'Interaction Collaborative. 3eme Journées de l'AFRV, Oct 2008, Bordeaux, France. hal-02492277

**HAL Id: hal-02492277**

**<https://hal.science/hal-02492277v1>**

Submitted on 26 Feb 2020

**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.

# Concept de Salle Virtuelle d'Interaction Collaborative

Jérémy Ringard\*  
LIFL

Samuel Degrande†  
LIFL

Stephane Louis-dit-Picard‡  
Orange Labs

Christophe Chaillou§  
LIFL

## RÉSUMÉ

Cet article présente la conception d'un environnement d'interaction collaborative dédié au travail colocalisé de type war room. Pour cela nous mettons en place une architecture logicielle distribuée s'appuyant sur un paradigme MVO (modèle, vue, outil). La distribution logicielle de cette plate-forme permet d'offrir à une équipe d'utilisateurs spécialisés des modalités d'interaction diverses, grâce à l'utilisation de dispositifs matériels hétérogènes.

**Index Terms:** C.2.4 [COMPUTER-COMMUNICATION NETWORKS]: Distributed Systems—Distributed applications; H.5.3 [INFORMATION INTERFACES AND PRESENTATION]: Group and Organization Interfaces—Computer-supported cooperative work; I.3.7 [COMPUTER GRAPHICS]: Three-Dimensional Graphics and Realism—Virtual Reality;

## 1 INTRODUCTION

Depuis plusieurs années, la question de faire collaborer efficacement des personnes situées sur des sites géographiques distants, constitue une problématique très étudiée par la communauté scientifique. Les besoins grandissants des industriels en terme de gestion de projet ont amené les chercheurs à travailler sur la conception d'outils permettant à une équipe de collaborateurs de travailler efficacement sur un projet commun. Plusieurs approches furent alors réalisées, à travers des procédés tels que la visioconférence, ou les environnements virtuels collaboratifs (EVC), synchrones ou non. Les EVC constituent une solution logicielle grâce à laquelle les collaborateurs peuvent interagir et communiquer autour d'objets virtuels 2D ou 3D communs à tous.

Si ces technologies constituent un avantage non négligeable dans certaines situations, les EVC ne s'avèrent pas adaptés à toutes les configurations. En effet, en situation réelle, il est relativement fréquent que les personnes susceptibles de travailler sur un projet commun soient situées au même endroit. De même, lorsque la situation impose une collaboration distante, il est peu probable que tous les utilisateurs soient éloignés les uns des autres, ce qui implique plutôt une notion de collaboration de groupe à groupe. En conséquence, un phénomène en particulier a été observé dans le domaine de la collaboration en entreprise : la notion de war room [10] [18].

Ce terme, qui tire ses origines du domaine militaire, désigne l'idée de réunir un groupe de personnes dans une même pièce pour travailler sur un projet commun, favorisant ainsi la communication et le brainstorming. L'utilisation de ce type de configuration est devenu relativement courante dans le domaine industriel, que ce soit pour procéder à des tâches de revue de projet ou de gestion de crise. Le principal point fort de la war room réside avant tout dans la réactivité permise par le contact direct et permanent entre les individus. Cependant, malgré une adoption massive de

cette méthode de travail, aucune réelle solution informatisée n'a pour l'instant été apportée pour servir de support à la collaboration, hormis pour des activités très particulières, telles que la gestion de crise civile, dans lesquelles il y a peu d'interactions collaboratives sur les documents eux-mêmes.

Pour faire le point sur la terminologie employée dans cet article, nous utiliserons le terme colocalisation pour qualifier la configuration selon laquelle plusieurs personnes sont situées en un même point géographique. Dans le cadre de la war room, ces personnes sont réunies dans une seule et même pièce.

Les travaux que nous présentons constituent une approche assimilable aux EVC traditionnels, à la différence qu'il est ici question de proposer un support logiciel destiné avant tout à une situation de collaboration colocalisée. La plateforme développée vise donc à proposer une version informatisée du concept de war room, afin de tirer parti à la fois de la qualité de communication liée à la colocalisation, mais également apporter des facultés d'interaction synchrone pour enrichir cette dernière. Cette métaphore de war room équipée d'un support logiciel sera, dans cet article, nommée "salle d'interaction virtuelle collaborative" (SIVIC). L'objectif de cette SIVIC est donc de proposer une plateforme d'interaction collaborative dédiée en particulier aux tâches de revue de projet, en proposant aux utilisateurs de travailler sur des maquettes numériques fonctionnelles 3D, sur lesquelles chacun pourra agir différemment grâce à une large gamme d'outils. Ces maquettes peuvent apparaître sous plusieurs formes, allant de systèmes mécaniques jusqu'à des projets de conception architecturale.

Avant d'entrer plus en détail dans la description de nos travaux, il importe de faire le point sur les contributions scientifiques disponibles dans ce domaine, à travers un résumé bibliographique relatant les travaux réalisés autour du travail collaboratif colocalisé. La section 3 de ce papier décrira ensuite plus en détail le concept de notre SIVIC, ainsi que les problématiques qui y sont liées. Nous aborderons enfin la description du premier prototype, avant de présenter les évolutions à venir dans la dernière partie.

## 2 TRAVAUX SIMILAIRES

Parmi le panel de technologies développées pour servir de support à un travail d'équipe autour d'un projet, les outils de type EVC représentent ceux qui s'avèrent les plus complets. Ce type de support consiste à faire coopérer les utilisateurs en les réunissant au sein d'un environnement virtuel, parfois en 3D, en leur proposant différents outils pour interagir sur des objets partagés, ainsi que différents moyens de communication [15] [9].

Le principal avantage apporté par ces environnements réside dans la possibilité de constituer des équipes purement virtuelles, composées exclusivement d'utilisateurs géographiquement distants. Cependant, ces technologies s'avèrent peu adaptées à certains cas d'utilisation.

En effet, si l'éloignement géographique de certains collaborateurs est un facteur à envisager, dans la plupart des cas en situation réelle, le groupe de travail est constitué au moins en partie de personnes colocalisées. Les méthodes de travail se sont donc vues adaptées à ce paramètre, notamment à travers l'utilisation d'une salle de travail, plus communément appelée war room. Jason Leigh a publié des travaux assez complets sur le travail colocalisé dans ce type de configuration [8] : Le concept du travail en war room consiste à réunir une équipe de collaborateur dans un espace clos

\*e-mail: jeremy.ringard@lifl.fr

†e-mail: samuel.degrande@lifl.fr

‡e-mail: stephane.louisditpicard@orange-ftgroup.com

§e-mail: christophe.chaillou@lifl.fr

pour travailler sur un projet commun. Il peut s'agir de brainstorming, d'une situation de gestion de crise, ou de toute forme de tâche nécessitant une bonne réactivité et des retours instantanés dans la communication. Le groupe de personnes est donc réuni pour une durée allant de quelques jours à plusieurs mois.

D'un point de vue matériel, la war room est caractérisée par la diversité des supports qui entrent en jeu [8]. On peut citer, entre autre, une surface permettant un affichage permanent de certaines informations (un tableau en liège sur lequel est épinglé le planning, par exemple), une surface permettant à plusieurs personnes d'intervenir simultanément (c'est le cas d'un tableau noir), ou des supports assimilables à des espaces privés, pour travailler individuellement (des feuilles volantes). L'un des intérêts de cette diversité des supports, outre le fait qu'elle soit adaptée à différents types de sous tâche, réside dans la spatialité des informations qui sont traitées. [10] indique que les collaborateurs qui parlent d'une des données du projet font souvent référence à l'emplacement où se situe le support sur lequel cette donnée a été abordée. D'une manière générale, le lien entre la répartition spatiale de l'activité et la collaboration est étroit. Dans le même article, Gloria Mark évoque le fait que les utilisateurs établissent inconsciemment une carte des interdépendances, qui leur permet à tout instant d'identifier quels collaborateurs doivent être sollicités pour une sous tâche donnée, en fonction de leurs spécialités respectives. Lors d'une tâche nécessitant plusieurs étapes, les séquences d'interactions et les utilisateurs associés à ces étapes sont alors plus facilement définis, au travers de repères spatiaux. De même, lorsqu'une personne voit l'un de ses collaborateurs dans une zone de l'espace de travail, sa position géographique permet d'identifier rapidement à quel type de tâche il se livre. La productivité et l'efficacité d'une équipe colocalisée a ainsi été mise en évidence à plusieurs reprises [14] [18] [19]

L'un des facteurs qui optimisent cette efficacité est liée à l'aspect naturel des échanges entre les utilisateurs. En effet, la communication directe sans passer par des moyens informatiques facilite la compréhension mutuelle, notamment grâce à tous les éléments de communication non verbale qui n'auraient pas été disponibles dans d'autres conditions (gestuelle, expressions faciales, direction du regard, intonation de la voix,...). En outre, la proximité permet d'une part une grande facilité d'accès aux autres collaborateurs, d'autre part une atmosphère propice au travail d'équipe. La compréhension mutuelle entre les utilisateurs est également améliorée par les possibilités de conversation informelles qui peuvent avoir lieu au sein du groupe. [4]

Malgré tous les avantages apportés par la war room, à l'heure actuelle aucune réelle solution n'a été proposée pour fournir un support d'interaction collaborative co-localisée, dans le cadre de la manipulation d'objets 3D. Quelques approches de travail colocalisé bénéficiant d'un support logiciel ont toutefois été réalisées, en particulier par rapport à l'utilisation de tabletop multitouch [7] [20] [13] [17]. Cependant, ces recherches portent exclusivement sur une collaboration colocalisée réunissant plusieurs utilisateurs autour d'une seule et même table interactive. Ces configurations ne proposent donc pas de notion de spécialisation des utilisateurs basée sur des modalités d'interaction diverses.

D'autres approches abordant la colocalisation ont été réalisées, à travers des recherches portant sur la collaboration distante entre un groupe et un individu, ou plus généralement sur les réunions de groupe à groupe [5] [3] [12] [11]. Ces recherches ne proposent toutefois pas de réelle activité de collaboration, et s'appuient sur des tâches de communication avant tout.

### 3 LE CONCEPT DE SIVIC

Si les études abordées ci dessus apportent des éléments intéressants pour la réalisation de notre projet, aucune des expériences menées jusqu'à maintenant ne proposent un réel ou-

til dédié à l'interaction collaborative en situation de colocalisation. C'est justement ce que nous cherchons à proposer, à travers la réalisation d'un système de SIVIC généraliste, et adaptable en fonction du cas d'utilisation désiré. Une SIVIC consiste donc en une pièce dans laquelle cohabitent plusieurs terminaux différents, permettant à une équipe d'interagir et de collaborer sur un projet commun, à travers un environnement virtuel.

Notre interprétation de la SIVIC diffère des EVC traditionnels dans le sens où la notion de support logiciel de la collaboration est abordée sous un autre angle :

- Selon l'approche EVC, le couple utilisateur-PC est indissociable, et considéré comme une entité à part entière. La collaboration réside donc dans la liaison PC-PC, qui offre à la fois un canal de communication, quel qu'il soit (vidéo, audio, avatar, télépointeur...), ainsi qu'un canal de diffusion de l'interaction. Ce canal d'interaction est souvent constitué de la même scène 3D, dupliquée sur chaque machine, dont toutes les instances sont synchronisées (fig. 1).

La conséquence directe de cette approche est que les EVC s'avèrent peu adaptés à un travail d'équipe colocalisée. Même s'il est envisageable de grouper plusieurs postes connectés à un EVC dans la même pièce, cette solution ne convient pas à notre approche. En effet, la plupart des EVC proposent un environnement de travail de type réalité virtuelle, où une scène 3D unique est dupliquée de manière similaire sur chaque poste de travail.

Par conséquent, les interactions disponibles sont les mêmes, quel que soit l'utilisateur.

L'absence de prise en compte des éventuelles spécialités de chaque collaborateur, que ce soit au niveau logiciel (à travers les outils disponibles et les points de vue sur les objets) ou au niveau matériel (via l'utilisation de certains périphériques d'interaction pour une tâche donnée) ne permet pas de bénéficier pleinement des avantages du travail d'équipe.

De plus, l'idée de fixer chaque utilisateur à son poste de travail constitue un frein à la liberté de ces derniers, et donc à l'émulation intellectuelle provoquée par la colocalisation.

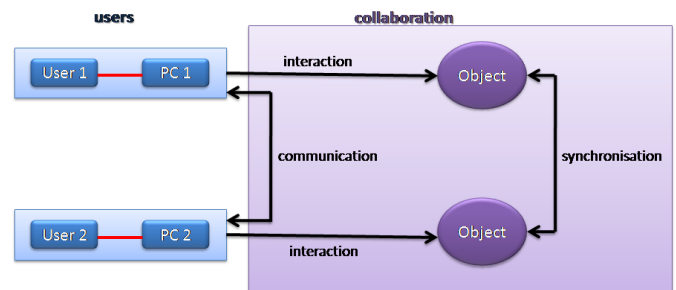


FIGURE 1: Schéma conceptuel des EVC.

- Notre approche tente au contraire de mettre l'accent sur la diversité, tant d'un point de vue visuel que d'un point de vue interaction.

Dans la SIVIC, l'entité principale est constituée de l'ensemble des utilisateurs. Les liens associant les utilisateurs aux machines sont ici cassables et modifiables à volonté, en fonction des besoins des collaborateurs à chaque instant. Le nombre de machines, de même que les interactions qui y sont associées, sont indépendants du groupe de personnes physiques.

La diffusion de l'interaction quant à elle, diffère également par le fait que les objets d'interaction sont en un unique exemplaire pour toute la SIVIC, chaque machine affichant et agissant sur un même objet virtuel. Les données stockées locale-

ment sur chaque machine ne sont donc que des interprétations graphiques des objets, qui servent uniquement à afficher et à communiquer avec l'objet sémantique qui leur est associé (fig. 2).

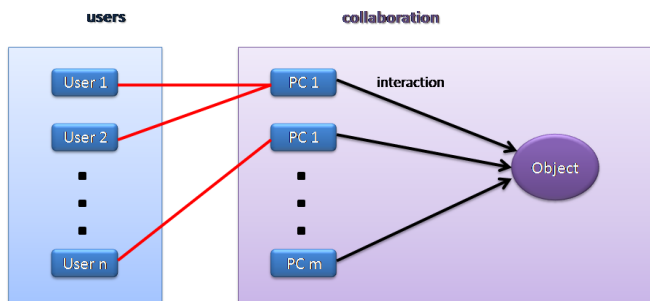


FIGURE 2: Schéma conceptuel de la SIVIC.

La réalisation de la SIVIC repose donc sur deux éléments en particulier : La colocalisation des utilisateurs d'une part, et l'hétérogénéité du matériel mis à disposition des utilisateurs d'autre part.

### 3.1 colocalisation

Ce premier point met l'accent sur l'importance de tirer parti au maximum des avantages d'un travail collaboratif colocalisé. Il faut en effet s'assurer que la configuration spatiale et les outils logiciels soient suffisamment pertinents pour prendre en compte les facteurs relatifs à la colocalisation des utilisateurs. C'est ici l'aspect comportemental des utilisateurs qui constitue le dénominateur commun aux questions soulevées. En effet, en ce qui concerne la communication inter utilisateur, le fait que ces derniers soient réunis dans la même pièce permet une parfaite communication non verbale grâce à un contact visuel direct et permanent. Les informations apportées par cette communication non verbale peuvent influencer considérablement le déroulement de la collaboration, en particulier dans le cadre de la SIVIC, où environnement virtuel et environnement réel cohabitent pour ne former qu'un seul et même environnement de travail. Les gestes déictiques par exemple, qui sont les gestes servant à montrer quelque chose aux autres, ne s'appliquent plus nécessairement aux objets de la scène 3D, mais peuvent également se référer à l'espace réel qui englobe la SIVIC.

En outre, nous avons vu plus haut que les collaborateurs confrontés à un travail d'équipe colocalisé établissaient dans leur esprit des cartes de dépendances des tâches, des spécialités, et des positions des données. La disposition spatiale des informations et des méthodes d'interactions constitue donc un facteur déterminant dans la qualité de la collaboration. La répartition de l'activité doit par conséquent assurer une certaine cohérence concernant tous ces éléments. La question est alors de déterminer dans quelle mesure cette répartition peut influencer le travail de groupe.

Une évaluation doit par conséquent être envisagée pour comprendre, à travers plusieurs propositions différentes, quels choix s'avèrent les plus judicieux, et quels effets ces choix peuvent avoir sur le travail de l'équipe. De plus, pour satisfaire à ces contraintes de disposition spatiale, la SIVIC doit offrir une flexibilité maximale de la répartition de l'activité. Cette flexibilité doit donc avoir lieu au niveau matériel (à travers la disposition des stations de travail dans la pièce), mais également au niveau logiciel, via une répartition dynamique de l'activité pour la rendre indépendante de cette répartition matérielle.

### 3.2 hétérogénéité matérielle

Le second point qui motive notre approche réside dans l'hétérogénéité matérielle de la SIVIC. Le panel de technologies disponibles sur le marché permet désormais de bénéficier de plusieurs modalités d'interaction et de visualisation, toutes très différentes les unes des autres. Il devient donc naturel d'exploiter cette diversité matérielle, en proposant pour chaque type de poste de travail des outils et des supports visuels qui permettent une utilisation optimale. En effet, la collaboration autour d'un projet de grande ampleur est susceptible de faire intervenir des corps de métier divers. Les besoins de visualisation et d'interaction des utilisateurs ne sont par conséquent pas les mêmes selon les spécialités. La conception d'un véhicule, par exemple, peut impliquer la présence d'un responsable prenant en charge la mise en place du câblage électrique. Celui-ci travaillera essentiellement sur des plans mettant en évidence les éléments liés à ce domaine. Un autre collaborateur, travaillant conjointement sur ce même véhicule, peut lui avoir besoin de travailler sur le design de la carrosserie, nécessitant ainsi une vue 3D plus générale. Sur un même projet, les visions des collaborateurs sont donc différentes. Il est donc envisageable de prendre en compte ce phénomène à travers les choix matériels. Une table interactive, par exemple, sera toute indiquée pour travailler sur des objets 2D. De même, un écran stéréoscopique couplé à un périphérique à 6 degrés de liberté est particulièrement adapté à l'interaction dans un environnement 3D. Dans le cas de l'utilisation d'une table de type multitouch, la prise en compte de la présence de plusieurs personnes interagissant avec l'interface 2D constitue également un élément non négligeable. Les terminaux type PDA ou smartphone, quant à eux, peuvent être exploitées dans une SIVIC, en proposant des tâches tirant parti de la mobilité de ce type de matériel.

En plus de procéder à une répartition spatiale de l'activité, cet angle d'approche sous-entend ainsi une forme de répartition des outils sur les machines, s'appuyant sur la sémantique des interactions à réaliser.

Pour aller plus loin dans l'idée de l'hétérogénéité matérielle de la SIVIC, nous pouvons également aborder une notion se rapprochant de la plasticité des interfaces [6]. Chaque changement de modalité d'interaction au sein de la SIVIC implique potentiellement un déplacement de l'utilisateur. Or, dans le cas d'une interaction brève, il peut s'avérer utile de permettre à cet utilisateur d'éviter ce déplacement physique en amenant à lui les outils nécessaires à son interaction. Cette idée implique d'adapter dynamiquement l'interface du poste de travail en transposant une modalité d'interaction qui ne lui était pas dédiée de prime abord. Les notions d'hétérogénéité matérielle et de répartition spatiale de l'activité sont donc étroitement liées. Notre proposition de salle d'interaction collaborative ouvre ainsi de nombreuses questions, tant d'un point de vue utilisateurs (à travers la communication et la collaboration) qu'au niveau de la conception logicielle qu'elle implique.

## 4 NOTRE PROTOTYPE DE SIVIC

### 4.1 structure logicielle

Pour la réalisation du support logiciel de la SIVIC, nous avons fait le choix de nous appuyer sur une plateforme collaborative existante, SPIN3D [15]. Il s'agit d'une application de type EVC, dont la caractéristique principale vis à vis de notre travail est quelle repose sur une représentation des objets sous forme d'une structure assimilable au paradigme modèle, vue, contrôleur (MVC), que nous appellerons MVO (modèle, vue, outil) (fig. 3).

Pour résumer brièvement le principe de cette architecture, les outils sont les éléments qui permettent à l'utilisateur d'interagir sur les objets via l'apport de modifications aux données qui leur sont liées. Dans le cas de SPIN3D, les outils sont constitués d'assemblages d'opérateurs élémentaires. Les données associées aux objets d'interaction sont contenues dans leur modèle, qui constitue donc une

forme de description abstraite de l'objet. La troisième composante, la vue, est en fait la représentation graphique de l'objet, destinée à l'affichage. La vue constitue donc une retranscription visuelle des informations stockées par le modèle qui lui est associé. Il est à noter que pour un objet donné, la vue n'est pas nécessairement unique.

La principale différence que l'on peut établir entre un outil et un contrôleur est qu'un contrôleur (dans le paradigme MVC habituel) est systématiquement associé à un objet. Dans le cas du MVO, l'outil se distingue par sa généralité, puisqu'un même outil peut permettre d'interagir sur plusieurs objets de type différent. Cette architecture logicielle peut donc être perçue comme se situant à mi-chemin entre le paradigme MVC et les modèles d'interaction instrumentale [2].

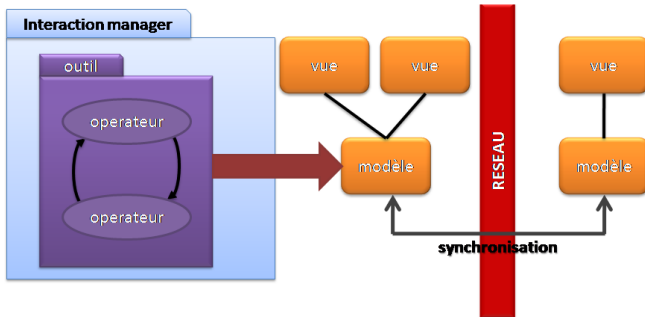


FIGURE 3: l'architecture MVO de SPIN—3D.

Dans le mode d'utilisation classique comme EVC, les objets sont dupliqués et synchronisés sur chaque poste de travail (fig 3). L'intérêt particulier du paradigme MVO dans notre cas d'utilisation est lié à la prise en compte de l'hétérogénéité matérielle de la SIVIC : Chaque poste de travail peut disposer d'une vue sur un objet qui lui est spécifique, et des outils qui implémentent la modalité d'interaction de ce poste, la cohérence entre les différents postes étant assurée par la synchronisation entre les composants Modèles du même objet virtuel. Cela permet par exemple de disposer, pour un seul et même objet, d'une vue 3D sur l'une des machines, et d'une vue 2D sur une autre machine, toutes les deux représentant graphiquement un objet dont le modèle est stocké sur une machine tierce. Cette configuration permet aux utilisateurs de disposer de plusieurs angles d'approche de l'objet d'interaction, en conservant une cohérence constante entre les deux interprétations graphiques. Cette répartition matérielle est particulièrement adaptée à l'intervention de collaborateurs disposant de plusieurs spécialités différentes, et qui nécessitent donc des méthodes de visualisation et d'interaction diverses.

Cependant, si la duplication des composants Modèles se justifie dans le cadre d'une mise en relation entre des postes distants, ce n'est pas le cas pour une SIVIC. Notre proposition consiste alors à effectuer une distribution des composants M,V,O d'un objet virtuel sur les postes qui constituent la SIVIC, en les reliant par l'intermédiaire d'une couche de communication réseau (bus CORBA dans notre cas) (fig 4). La répartition des représentations visuelles et des outils d'interactions est alors totalement libre.

Concrètement, cela se traduit par la possibilité de séparer les tâches d'interactions et de visualisation, en les rendant indépendantes de la configuration matérielle de la SIVIC. De nombreux scénarii sont alors envisageables :

- Si l'on imagine une configuration selon laquelle une des machines possède des modalités d'interaction particulières, alors qu'un autre poste de travail propose une méthode de visualisation qui semble plus adaptée pour une tâche donnée, l'utilisateur pourra s'il le désire exploiter ces deux machines si-

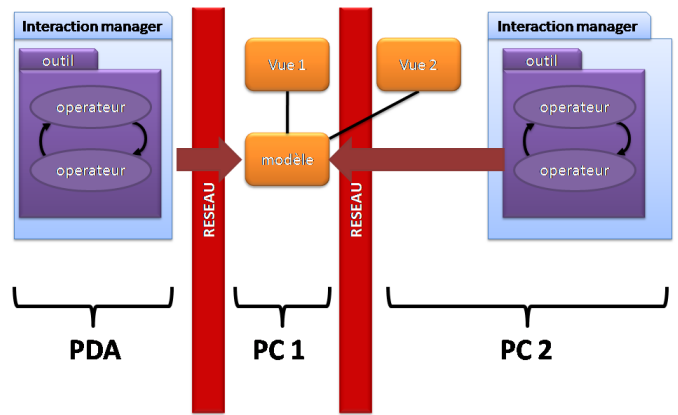


FIGURE 4: l'architecture MVO de SPIN—3D.

multanément, l'une pour interagir sur un objet, l'autre pour le visualiser. D'un point de vue logiciel, cela se traduira par l'action de l'outil (au sens MVO du terme) stocké sur la première machine sur le modèle de l'objet (stocké sur n'importe quel poste), ce qui par conséquent entraînera une mise à jour de l'affichage de cet objet sur le second poste de travail. (fig. 5)

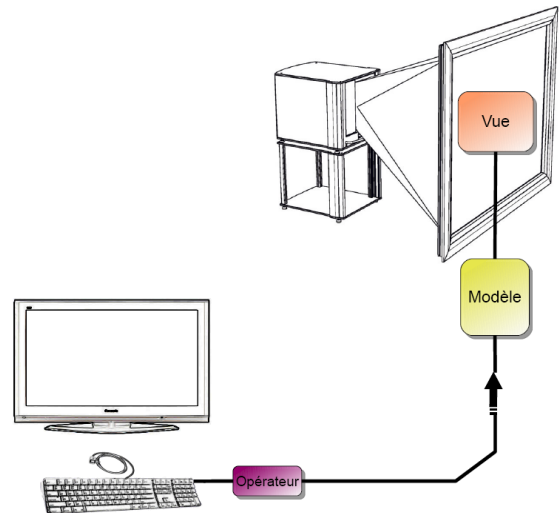


FIGURE 5: interaction depuis une machine et visualisation depuis une autre.

- De même, si un utilisateur désire utiliser un terminal portable tel qu'un PDA pour interagir sur l'objet affiché sur un écran géant, l'outil stocké par le PDA permettra de modifier les données du modèle, ce qui se répercutera sur la vue affichée par l'écran géant (fig. 6)
- Si un utilisateur travaille sur un objet stocké sur son ordinateur portable via une vue 3D, il peut, s'il le désire, envoyer sa vue sur un autre poste (un ordinateur dotée d'un périphérique à 6 degrés de liberté, par exemple) pour aller réaliser des interactions à partir de cette machine. (fig. 7)
- Grâce à un transfert dynamique des composantes entre les machines, il est envisageable pour les utilisateurs d'importer, à partir de son ordinateur personnel, les objets qu'il désire dans la SIVIC, en transmettant aux autres machines toutes les composantes relatives à ces objets. De même, si l'utilisateur désire

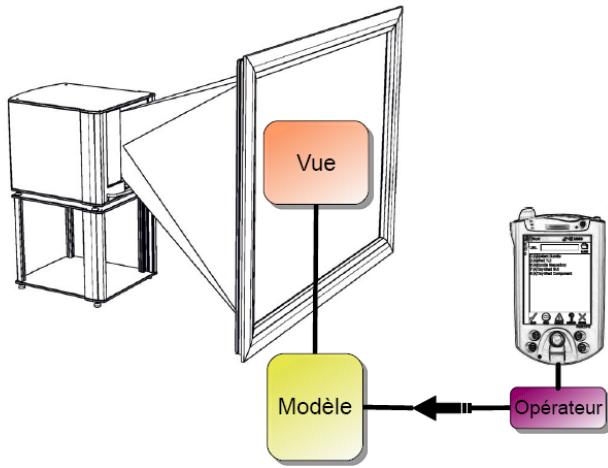


FIGURE 6: utilisation d'un PDA comme périphérique d'interaction.

simplement rendre son objet disponible à la visualisation sur les autres machines, il lui suffit de fournir aux autres postes les vues correspondant à l'objet.

Cette structure répartie ouvre donc de nombreuses possibilités, que nous avons illustré à travers un prototype présenté dans la partie suivante

## 4.2 le prototype

Cette structure logicielle a ainsi été mise en application lors de la réalisation d'un premier prototype de démonstration, présenté en 2008 au salon Laval virtual (fig. 8 & 9). Celui-ci faisait intervenir trois machines :

- un PC dont la conception hardware est en particulier dédiée aux performances d'affichage 3D. Le support de visualisation de cette machine est un écran de projection couplé à un vidéo projecteur, tandis qu'un stylet d'interaction (prototype de périphérique de manipulation absolue développé par IESIEA [1]) permet une manipulation aisée des rotations en 3D. De même, un système ARTrack (gants dotés d'émetteurs infrarouges dont le suivi est assuré par 2 caméras infrarouges) permet de communiquer des informations de translation à la machine (notamment pour déplacer le pointeur).
- une table interactive, dédiée à l'interaction 2D via une interface tactile
- un ordinateur portable, doté de capacités d'affichage et d'interaction standards

Le scénario de démonstration proposait de travailler sur une application de revue de projet automobile, en permettant aux utilisateurs de procéder à des interactions simples sur une voiture virtuelle. La table interactive proposait donc une visualisation 2D de la voiture à travers l'affichage de plans type blueprint. Sur cette interface, l'utilisateur peut sélectionner des couleurs sur une palette et les faire glisser sur les différentes pièces de la voiture pour en changer la couleur. De même, la manipulation des portières est possible via utilisation de boutons et de sliders, plus adaptés à une interaction 2D. Les deux autres machines, elles, permettent une interaction directe sur le modèle 3D de la voiture, en manipulant les pièces. Chaque pc ayant des capacités d'affichage différentes, le niveau de détail de l'objet 3D est également différent, selon qu'il soit affiché sur l'une ou l'autre des machines. En effet, les utilisateurs peuvent, s'ils le désirent, téléporter l'objet sur l'un ou l'autre des écrans, en fonction du périphérique d'interaction qu'ils cherchent à utiliser. Pour aller plus loin dans la collaboration, un utilisateur posté sur une machine

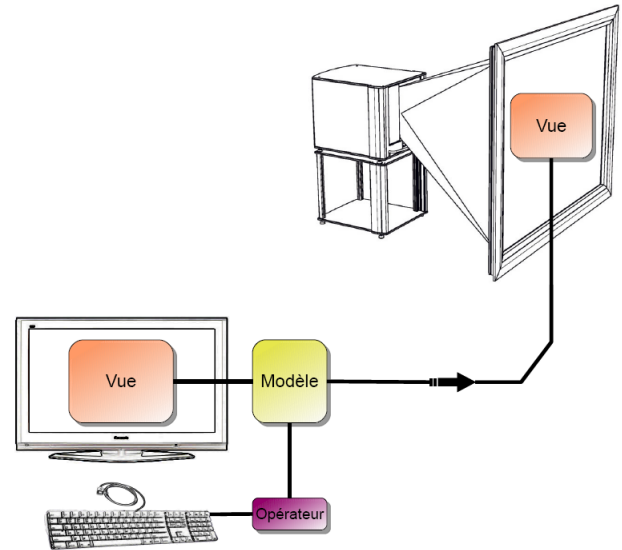


FIGURE 7: affichages multiples d'un même objet sur plusieurs postes.

peut également envoyer son pointeur sur un autre pc, et le contrôler à distance grâce à ses périphériques locaux. Deux collaborateurs peuvent ainsi intervenir simultanément sur le modèle 3D de la voiture, en utilisant le même support visuel, mais en exploitant des périphériques et donc des modalités d'interactions différents.

Cette démonstration a été présentée pendant toutes les journées professionnelles de Laval Virtual et a reçu un accueil très positif de la part des utilisateurs. Beaucoup de visiteurs ont indiqué leur intérêt pour notre vision de la distribution de l'activité, notamment la complémentarité des différents dispositifs de visualisation et d'interaction. Après une présentation rapide du concept de multi-surfaces et de la présence d'un modèle unique distribué, l'utilisation des différents dispositifs n'a posé aucun problème majeur. La prise en main des différentes interfaces s'est avérée très intuitive, la manipulation du modèle 3D par le stylet d'interaction naturelle. La capacité à pouvoir modifier le modèle 3D depuis l'interface 2D de la Table Digitale a été relevée comme très intéressante par un grand nombre de visiteurs. Beaucoup ont indiqué l'intérêt qu'ils trouveraient à pouvoir disposer de cette capacité à distance.

## 5 TRAVAUX FUTURS

### 5.1 présence mixte

Les fonctionnalités additionnelles que nous envisageons d'apporter à notre proposition concernent la collaboration distante. En effet, dans le cadre du travail sur un projet de grande ampleur, il n'est pas toujours possible de réunir tous les intervenants en un même point géographique. Il importe donc de conserver les avantages offerts par les environnements de travail virtuels actuels en offrant la possibilité à une tierce personne de se greffer au groupe de travail sans avoir à se déplacer. Cette idée pourrait permettre, entre autre, de faire intervenir un expert distant pour procéder à une intervention ponctuelle dans la tâche à réaliser. De même il devient envisageable de faire collaborer plusieurs équipes, en procédant à des réunions de groupe à distance.

La principale problématique soulevée par cette solution réside dans l'asymétrie qui est provoquée. Cette asymétrie intervient à deux niveaux : D'abord au niveau humain, où l'on aboutit à une situation de "présence mixte" [16]. En effet, les groupes qui sont amenés à collaborer à distance sont confrontés à une configuration problématique en terme de communication. La cohabitation entre un contact visuel direct et permanent (avec les utilisateurs



FIGURE 8: La SIVIC lors du salon Laval virtuel.

co-localisés) et un contact dépendant des moyens techniques mis en oeuvre (visioconférence ou avatar virtuel des utilisateurs distants) s'avère difficile à équilibrer. Le second degré d'asymétrie se situe au niveau matériel. Si un utilisateur isolé désire se joindre à l'équipe via une connexion distante, il doit pouvoir le faire depuis son ordinateur personnel, sans souffrir des possibilités moindres de ses périphériques. Le problème est alors de garantir une cohérence entre la SIVIC et la machine distante, tant au niveau des interactions que des canaux de visualisation.

Ces deux niveaux d'asymétrie nécessitent donc d'être évalués sur notre prototype pour pouvoir en tirer des conclusions concrètes sur l'efficacité de la SIVIC dans ce mode de fonctionnement mixte.

## 5.2 sémantique des données manipulées

Pour formaliser les technologies mises en place, nous pouvons dire que l'aspect logiciel de la collaboration s'articule autour de deux principaux canaux, 2D et 3D. Un canal est ici défini par un type de représentation de l'environnement virtuel (2D ou 3D), ainsi que par les méthodes d'interactions qui y sont associées. La principale contrainte qui se dégage de la cohabitation de ces canaux au sein de la SIVIC réside dans la cohérence nécessaire entre les vues. En effet, s'il est possible de factoriser un certain nombre d'interactions entre les canaux, de façon à ce qu'elles soient compatibles sur à toutes les interfaces, il est toutefois probable que certaines actions soient disponibles uniquement sur un canal donné. La conséquence directe de ce constat est que certaines actions réalisées sur un type donné de canal n'auront pas leur équivalent sur les autres canaux, et ne seront potentiellement pas représentable visuellement sur les

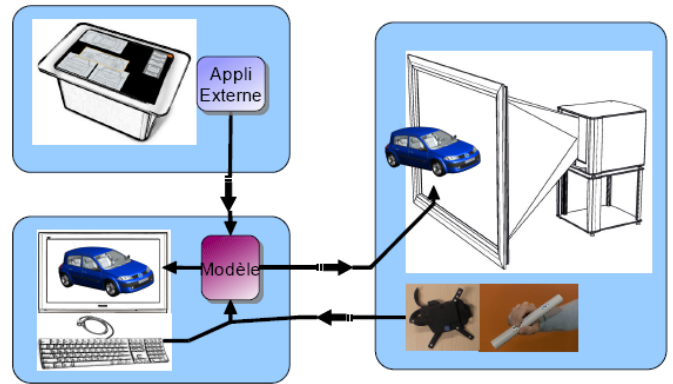


FIGURE 9: Schématisation du prototype

autres écrans.

Si ce point ne constitue qu'un léger problème dans le cadre d'une collaboration exclusivement colocalisée (la communication directe peut palier cette difficulté), cela peut s'avérer beaucoup plus problématique dès lors que l'on se trouve dans une situation de présence mixte, avec un utilisateur distant. Il est en effet peu probable que cette personne isolée dispose de moyens matériels symétriques à la SIVIC, mais qu'au contraire elle soit postée devant un ordinateur personnel standard : une telle configuration empêche de rendre disponible tous les canaux simultanément, et la collaboration peut souffrir de l'incompréhension générée par cette incompatibilité entre les canaux.

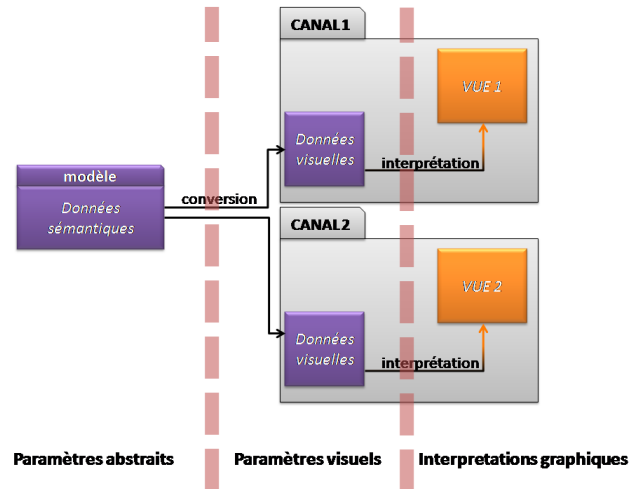


FIGURE 10: utilisation des différents degrés de sémantique.

La solution que nous envisageons d'apporter consiste à repenser le niveau des interactions disponibles sur chaque canal. Dans la structure MVO telle qu'elle est utilisée ici, les données stockées dans le modèle constituent des informations principalement d'ordre géométrique ou photométrique (fig. 10). La vue ne fait alors qu'une traduction graphique de données concrètes. Les interactions nécessaires à la manipulation des données du modèle sont donc, elles aussi, des interactions bas niveau. Si en revanche nous élevons le niveau de ces données jusqu'à leur donner un réel sens sémantique, l'interprétation visuelle qui en est faite pourra alors être adaptée en fonction du canal concerné.

Prenons l'exemple de la représentation d'une montre bracelet :

- Sans utilisation de données sémantiques, pour un affichage analogique de l'heure, la composante modèle stocke une variable correspondant à l'angle de rotation des aiguilles. La vue selon le canal analogique n'est alors qu'une simple application de cette rotation sur le sous-objet graphique aiguille. Dans cette configuration, la représentation de l'heure sur un autre canal, par exemple un affichage numérique, s'avère impossible.
- En élevant le niveau sémantique des données, le modèle stocke alors non plus une valeur d'angle, mais la donnée abstraite heure. L'affichage du cadran selon les deux canaux possibles est alors envisageable, grâce à une conversion de l'heure en angle pour le canal analogique, et une conversion en série booléenne pour l'affichage numérique (un booléen correspond ici à l'allumage ou non d'une zone de l'affichage LCD).

La prochaine étape de ce travail résidera donc dans la conception et la formalisation d'une structure logicielle adaptée à l'introduction d'une abstraction sémantique du modèle, et donc des interactions.

## 6 CONCLUSION

La solution que nous avons présenté dans cet article permet à plusieurs utilisateurs de collaborer efficacement dans un espace localisé, en tirant parti des diversités matérielles disponibles de nos jours. La distribution du paradigme MVO entre les stations de travail disposées dans la SIVIC offre aux collaborateurs une grande souplesse d'utilisation, leur permettant d'être à la fois indépendant de leur position dans l'espace, des supports de visualisation, et des périphériques d'interactions. Cette indépendance vis-à-vis de tous ces éléments permet de tirer parti des spécialités de chaque collaborateur, en leur offrant les modalités d'interaction et de visualisation les plus adaptées à leur besoin à chaque instant. Cette solution permet en outre de bénéficier d'une excellente communication inter-utilisateurs, grâce à un contact direct et permanent. L'existence de plusieurs canaux de visualisation et d'interaction implique cependant de travailler sur une méthode permettant de conserver une cohérence visuelle entre ces canaux.

La repartition spatiale de l'activité, de même que la possibilité d'intégrer des utilisateurs distants à l'équipe colocalisée dans la SIVIC ouvrent toutefois plusieurs questions relatives à la qualité de la collaboration, pour lesquelles des évaluations permettront d'apporter des réponses.

## ACKNOWLEDGEMENTS

Nous remercions Dominique Pavy et Arnaud Bouget de Orange Labs pour leur participation à la réalisation du démonstrateur. Ce travail est soutenu par le projet ANR Part@ge (06 TLOG 031) et par la Fédération de Recherche IRCICA du CNRS

## RÉFÉRENCES

[1] <http://www.esiea.fr/>.

[2] M. Beaudouin-Lafon. Instrumental interaction : an interaction model for designing post-wimp user interfaces. In *CHI '00 : Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pages 446–453, New York, NY, USA, 2000. ACM.

[3] A. Bezerianos and G. McEwan. Presence disparity in mixed presence collaboration. In *CHI '08 : CHI '08 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pages 3285–3290, New York, NY, USA, 2008. ACM.

[4] N. Bos, J. Olson, N. Nan, N. S. Shami, S. Hoch, and E. Johnston. Collocation bindness in partially distributed groups : is there a downside to being collocated ? In *CHI '06 : Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in computing systems*, pages 1313–1321, New York, NY, USA, 2006. ACM.

[5] N. Bos, N. S. Shami, J. S. Olson, A. Cheshin, and N. Nan. In-group/out-group effects in distributed teams : an experimental simulation. In *CSCW '04 : Proceedings of the 2004 ACM conference on*

*Computer supported cooperative work*, pages 429–436, New York, NY, USA, 2004. ACM.

[6] A. Demeure and G. Calvary. Plasticity of user interfaces : towards an evolution model based on conceptual graphs. In *IHM 2003 : Proceedings of the 15th French-speaking conference on human-computer interaction on 15eme Conference Francophone sur l'Interaction Homme-Machine*, pages 80–87, New York, NY, USA, 2003. ACM.

[7] U. Hinrichs, S. Carpendale, and S. D. Scott. Evaluating the effects of fluid interface components on tabletop collaboration. In *AVI '06 : Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces*, pages 27–34, New York, NY, USA, 2006. ACM.

[8] J. Leigh, A. Johnson, K. Park, R. Singh, and V. Chowdhry. amplified collaboration environments. In *VizGrid Symposium*, 2002.

[9] D. Margery, B. Arnaldi, A. Chauffaut, S. Donikian, and T. Duval. Openmask : Multi-threaded or modular animation and simulation kernel or kit : a general introduction. *Virtual Reality International Conference*, pages 101–110, 2002.

[10] G. Mark. Extreme collaboration. *Commun. ACM*, 45(6) :89–93, 2002.

[11] G. Mark, S. Abrams, and N. Nassif. Group-to-group distance collaboration : examining the "space between". In *ECSCW'03 : Proceedings of the eighth conference on European Conference on Computer Supported Cooperative Work*, pages 99–118, Norwell, MA, USA, 2003. Kluwer Academic Publishers.

[12] G. Mcewan, M. Rittenbruch, and T. Mansfield. Understanding awareness in mixed presence collaboration. In *OZCHI '07 : Proceedings of the 2007 conference of the computer-human interaction special interest group (CHISIG) of Australia on Computer-human interaction : design : activities, artifacts and environments*, pages 171–174, New York, NY, USA, 2007. ACM.

[13] M. A. Nacent, D. Pinelle, D. Stuckel, and C. Gutwin. The effects of interaction technique on coordination in tabletop groupware. In *GI '07 : Proceedings of Graphics Interface 2007*, pages 191–198, New York, NY, USA, 2007. ACM.

[14] J. S. Olson, L. Covi, E. Rocco, W. J. Miller, and P. Allie. A room of your own : what would it take to help remote groups work as well as collocated groups ? In *CHI '98 : CHI 98 conference summary on Human factors in computing systems*, pages 279–280, New York, NY, USA, 1998. ACM.

[15] S. L. D. Picard, S. Degrande, and C. Gransart. A corba based platform as communication support for synchronous collaborative virtual environment. In *M3W : Proceedings of the 2001 international workshop on Multimedia middleware*, pages 56–59, New York, NY, USA, 2001. ACM.

[16] A. Tang, M. Boyle, and S. Greenberg. Display and presence disparity in mixed presence groupware. In *AUIC '04 : Proceedings of the fifth conference on Australasian user interface*, pages 73–82, Darlinghurst, Australia, Australia, 2004. Australian Computer Society, Inc.

[17] A. Tang, M. Tory, B. Po, P. Neumann, and S. Carpendale. Collaborative coupling over tabletop displays. In *CHI '06 : Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in computing systems*, pages 1181–1190, New York, NY, USA, 2006. ACM.

[18] S. Teasley, L. Covi, M. S. Krishnan, and J. S. Olson. How does radical collocation help a team succeed ? In *CSCW '00 : Proceedings of the 2000 ACM conference on Computer supported cooperative work*, pages 339–346, New York, NY, USA, 2000. ACM.

[19] S. D. Teasley, L. A. Covi, M. S. Krishnan, and J. S. Olson. Rapid software development through team collocation. *IEEE Trans. Softw. Eng.*, 28(7) :671–683, 2002.

[20] D. Wigdor, C. Shen, C. Forlines, and R. Balakrishnan. Perception of elementary graphical elements in tabletop and multi-surface environments. In *CHI '07 : Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pages 473–482, New York, NY, USA, 2007. ACM.