

# **Conception architecturale collaborative avec un « bureau augmenté » : une étude exploratoire de l'effet de la distance et de la co-localisation**

Jean-Marie Burkhardt<sup>1,2</sup>, Françoise Détienne<sup>2</sup>, Linda Moutsinga-Mpaga<sup>2</sup>, Laurence Perron<sup>3</sup>,  
Stéphane Safin<sup>4</sup>, Pierre Leclercq<sup>4</sup>, Pierre.Leclercq@ulg.ac.be

<sup>1</sup>Université Paris Descartes, Ergonomie-Comportement-Interactions. Paris, France

<sup>2</sup>INRIA équipe Eiffel2, Rocquencourt, France

<sup>3</sup>France Telecom R&D / Orange Labs, Lannion, France

<sup>4</sup>Lucid Group (Lab for User Cognition and Innovative Design) – Faculté des Sciences Appliquées – Université de Liège – Belgique.

[Jean-marie.burkhardt@univ-paris5.fr](mailto:Jean-marie.burkhardt@univ-paris5.fr) ; [francoise.detienne@inria.fr](mailto:francoise.detienne@inria.fr) ; [laurence.perron@orange-ftgroup.com](mailto:laurence.perron@orange-ftgroup.com); [stephane.safin@ulg.ac.be](mailto:stephane.safin@ulg.ac.be);

Mots-clés : ergonomie cognitive de la conception, architecture, collaboration, réalité augmentée.

## **1 INTRODUCTION**

Les technologies émergentes telle la Réalité Virtuelle, la Réalité Augmentée (RA) ou la Réalité Mixte sont le lieu de fortes attentes industrielles. Pourtant, les demandes sont souvent floues, peu ou mal définies. Une réflexion en profondeur sur les usages anticipés au moyen de méthodes d'analyses centrées sur l'activité et sur les modèles d'interaction et de collaboration doit être conduite en ergonomie pour contribuer à outiller la conception et l'évaluation des nouveaux services et des outils associés. Une telle démarche a été entreprise dans le cadre d'une étude expérimentale sur l'usage collaboratif –à distance et en présentiel- d'un environnement de réalité augmentée pour la conception, le bureau virtuel.

## **2 UN ENVIRONNEMENT DE REALITE AUGMENTEE POUR LA CONCEPTION ARCHITECTURALE : LE BUREAU VIRTUEL**

Le Bureau Virtuel comprend une table dont la surface de dessin est de haute définition, un système de projection, un système de capture et un logiciel d'esquisse nommé EsQUIsE (pour plus de détail, voir : Juchmes & Leclercq, 2004 ; Leclercq, 2005). Cet environnement offre aux architectes une surface de travail digitale qui permet de faire des esquisses à main levée (à l'aide d'un stylet) tout en maintenant la liberté créative liée à un espace de travail proche d'un espace traditionnel. Le logiciel EsQUIsE permet de faire des esquisses à main levée et d'en faire une visualisation en trois dimensions (3D) très tôt dans la conception, ce que ne permettent pas les outils de CAO classiques. Le logiciel EsQUIsE est composé d'un module de saisie graphique et d'un module d'interprétation qui donne la possibilité de faire des simulations (e.g. calcul de la consommation énergétique).

Dans le domaine de la conception en architecture et en aménagement urbain, d'autres systèmes de RA existent, par exemple: Build-IT pour l'architecture d'intérieur (Fjeld, et al. 2002) ; Augmented Urban Planning Workbench pour l'aménagement urbain (Ishii, et al. 2002) ; Collaborative City-Planning System pour l'aménagement urbain (Kato et al. 2003). Le premier bilan des systèmes de réalité augmentée explicitement orientés vers la conception architecturale suggère les éléments suivants. Premièrement, le principe de la table/bureau

d'architecte augmentée s'avère assez prototypique des solutions proposées : dans ce sens, le Bureau Virtuel est assez représentatif des environnements existants. L'interaction se fait à l'aide d'un stylet ou du doigt suivant les systèmes, et un couplage avec des interfaces tangibles est parfois réalisé. Tous les systèmes sont prévus pour être exploités en présentiel. Sur ce point, le Bureau Virtuel est en cours d'évolution pour un mode d'utilisation à distance que nous allons tester. On note également qu'à la différence des précédents systèmes, certains de ces systèmes dédiés à l'architecture évoluent vers un mode d'interaction simultané de plusieurs utilisateurs, ce qui n'est pas encore le cas du Bureau Virtuel qui fonctionne selon un mode maître/esclave.

Des premières évaluations du bureau virtuel et EsQUIsE en usage individuel ont été réalisées. Safin et al. (2005) ont comparé l'activité de deux concepteurs étudiants, l'un travaillant de manière traditionnelle avec des outils papier crayon, l'autre travaillant sur le bureau virtuel. Cette étude met en valeur la facilité et la rapidité d'acquisition du système. Elle montre que la gestualité est assez spontanée sur le bureau virtuel notamment pour des gestes de simulation (e.g. exploration de circulation dans l'espace). Quelques problèmes quant aux possibilités de gestion des calques ont été identifiés et corrigés dans une version suivante du système. Des différences de stratégie de conception ont été identifiées qui semblaient liées aux contraintes de gestion des calques. Une deuxième évaluation (Mayeur et al. 2007) a été menée sur l'usage individuel du logiciel EsQUIsE sur tablette graphique par des architectes professionnels. Cette étude souligne que la tablette graphique et l'environnement numérique ne semblent pas altérer le processus de conception ni appauvrir le mode d'exploration de l'espace de recherche. La possibilité de travailler à main levée est appréciée par tous ainsi que la facilité d'utilisation de la tablette. Les auteurs concluent que le logiciel EsQUIsE installé sur une tablette graphique supporte les propriétés propres au papier traditionnel.

### **3 ETUDE EXPERIMENTALE SUR LA CONCEPTION COLLABORATIVE EN CO-PRESENCE ET A DISTANCE**

Dans cette étude, nous analysons la conception collaborative outillée par bureau virtuel et EsQUIsE dans une situation de co-présence et une situation à distance. Notre premier objectif est d'analyser l'usage d'un environnement de conception informatisé de réalité augmentée dans deux situations de conception collaborative, en co-présence et à distance. Nous allons notamment tenter d'amener des éléments de réponse aux questions de recherche suivantes : Quel est l'impact des contraintes de l'environnement informatique (Bureau virtuel et EsQUIsE) et celles engendrées par la mise en situation (co-présence, distance) sur l'activité de conception des architectes? Ces contraintes donnent-elles naissance à des formes de collaboration et des activités particulières? Notamment, selon la situation de conception et les activités réalisées, quelles sont les modalités d'interaction privilégiées par les architectes pour collaborer ? Le deuxième objectif est de mettre au point la méthodologie d'analyse et d'évaluation de ce type de situation de conception collaborative outillée. Dans cet objectif, nous avons adopté une approche multimodale dans l'analyse des interactions en conception collaborative afin de contraster au mieux la situation en présentiel et la situation distante.

#### **3.1 Méthodologie**

##### *3.1.1 Conditions expérimentales*

L'expérimentation comprenait deux conditions expérimentales, une condition en co-présence et une à distance.

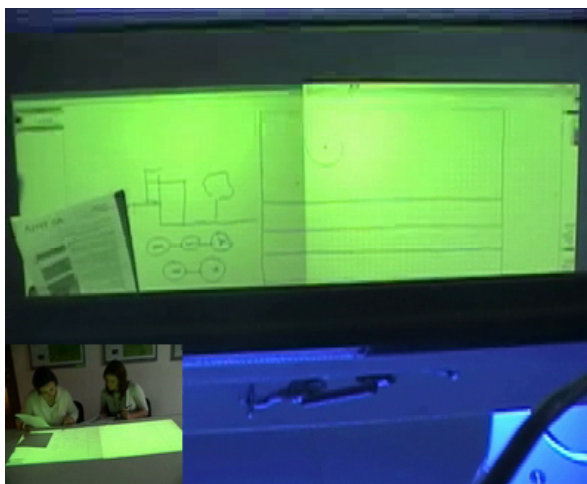


Figure 1: Dispositif de la condition en co-présence

En condition en présence, les deux participants d'un binôme travaillent sur le bureau virtuel en étant côte à côte (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Ils ont deux stylets, mais doivent se passer la main, car l'utilisation d'un stylet neutralise l'autre stylet. Chacun a un accès plus aisé à une barre d'outils spécifique. La barre d'outils comprenant le plus grand nombre de fonctionnalités se trouve à gauche du bureau virtuel. Deux caméras sont installées pour les enregistrements : une caméra en plongée qui permet d'enregistrer le travail sur l'interface et une caméra en frontal qui permet de filmer les deux concepteurs face à leur espace de travail.

Dans la condition à distance, chaque participant d'un binôme est dans une salle distincte. Les participants travaillent en se servant de EsQUIsE installé sur des tablettes graphiques (Cf **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Une tablette graphique reliée à un ordinateur portable et à un écran d'ordinateur se trouve sur une table face au concepteur. La transmission des données se fait grâce au réseau Internet (via un router). Les concepteurs communiquent par visioconférence. Ils ont des Web-Cam qui leur permettent de se voir : ces caméras étaient réglées en vision « portrait » en début de passation (image à gauche de la Figure 4) puis les concepteurs pouvaient les régler librement (l'image à droite de la Figure 4 montre la caméra dirigée vers le plan de travail du concepteur). Ainsi, sur leur écran d'ordinateur, chaque concepteur a une fenêtre qui lui renvoie son image et une autre qui lui permet de voir l'autre concepteur. La transmission des données n'est pas complètement synchrone : en effet, seuls les traits une fois finis sont transmis d'une interface à l'autre. Ainsi, sur l'écran de la tablette graphique, les concepteurs ont, à tout moment, l'état n-1 des plans. Pour entrer des données, ils doivent se passer la main.



## Figure 2: Dispositifs de la condition à distance

### 3.1.2 Procédure et déroulement des passations

Dans les deux conditions expérimentales, les concepteurs devaient résoudre un problème complexe, considéré comme représentatif de leur activité, en ce sens que ces exercices regroupaient un certain nombre de contraintes environnementales et de sécurité. Les passations se sont déroulées au laboratoire du Lucid group. Les étudiants étaient rémunérés par la faculté de Liège pour la demi-journée qu'ils consacraient à l'expérience. Avant le début de l'exercice, nous prenions quinze minutes pour leur présenter nos attentes et quinze autres minutes pour présenter les outils et le dispositif expérimental.

Une demi-journée (environ quatre heures) était prévue pour chaque passation. Deux pauses techniques étaient aménagées pour le changement des cassettes dans les caméscopes. Les sujets pouvaient prendre une pause quand ils le souhaitaient. Il leur était précisé qu'ils étaient libres de leurs mouvements et de leurs déplacements et qu'ils pouvaient accéder à tout ce dont ils avaient besoin (une bibliothèque d'ouvrages d'architecture était disponible dans la salle).

Le dispositif de recueil des données, similaire dans les deux salles, se compose de deux caméras disposées l'une en frontale et l'autre en plongée afin de filmer l'espace de travail du concepteur et son comportement.

### 3.1.3 Problèmes expérimentaux

Deux variantes d'un même problème ont été créées, une seule variante étant présentée dans chaque condition expérimentale. Il s'agit de concevoir une école de 6 classes pour 240 élèves avec un budget confortable. Les variantes ont été élaborées pour s'adapter aux surfaces de dessin différentes dans les deux conditions (grande surface sur le BV dans la condition en co-présence ; surface réduite sur les wacoms dans la condition à distance).

### 3.1.4 Sujets participants

Deux binômes, le binôme 1 et le binôme 2, sont passés dans la condition en co-présence et un troisième binôme, le binôme 3, est passé dans la condition à distance (Tableau 1). Le binôme 1 est constitué de deux étudiants issus de l'école d'architecture des Beaux Arts de Bruxelles. Ce binôme n'avait jamais travaillé ensemble. Le binôme 2 est constitué de deux étudiants issus de la faculté d'ingénierie en architecture de Liège. Ce binôme avait l'habitude de travailler ensemble dans le cadre de sa formation. Le binôme 3 est constitué de deux étudiants issus de la faculté d'ingénierie en architecture de Liège. Il n'avait jamais travaillé ensemble.

Les participants sont des architectes novices, étudiants en dernière année d'architecture. Leur âge était de 22 à 24 ans. Tous ont l'habitude de travailler avec des logiciels de conception assistée par ordinateur comme Autocad, Archicad, 3D max, ou Sketchup. Ils n'ont jamais travaillé sur le bureau virtuel, ou avec EsQUIsE. Toutefois, les binômes 2 et 3, étudiants à l'université de Liège, ont eu à plusieurs reprises l'occasion d'assister à des démonstrations sur l'utilisation du bureau virtuel et d'EsQUIsE.

	Situation expérimentale	Problème	Formation	Habitude de travailler ensemble
Binôme 1	Co-présence	Variante1	Architecture	Non
Binôme 2	Co-présence	Variante1	Ingénierie-architecture	Oui
Binôme 3	A distance	Variante2	Ingénierie-architecture	Non

## Tableau 1 Récapitulatif des trois situations expérimentales

### 3.2 Méthodologie d'analyse

Nous avons élaboré des catégories en rapport avec les deux activités que nous voulions observer, c'est-à-dire la conception et la collaboration. Pour les activités de conception, nous nous sommes inspirés des travaux de Green (2000) qui propose des catégories génériques d'activités liées à l'utilisation de tout dispositif informationnel. Nous souhaitons en effet mettre en place une méthodologie qui ne soit spécifique ni au domaine de la conception ni à l'architecture mais qui puisse être applicable à d'autres activités de résolution de problème dans d'autres domaines. De plus, ces catégories permettent de distinguer aisément les activités en rapport avec le changement de type de représentations externes et permettent de distinguer également l'utilisation des différentes modalités d'interactions dans un projet de conception. Pour les activités de collaboration, nous nous sommes basés sur des catégories issues d'études sur des situations de conception collaborative à distance (Détienne et al. 2004).

Les catégories pour les activités de conception sont :

- **Incrémentation (Incrém.)** : Ajouter un nouvel élément dans l'artefact. Ce nouvel élément peut concerner (a) l'ajout d'un simple trait, (b) le changement de la couleur des traits de l'esquisse (i.e. ayant une fonction dans le degré d'interprétation par le système, seuls les traits noirs étant interprétés effectivement par le système), (c) le changement de format, ainsi que (d) la création d'un nouveau calque.
- **Modification (Modif.)** : Changer un élément existant dans l'artefact. C'est le fait qu'une nouvelle information entraîne une modification des plans, schémas, esquisses ou la suppression d'un élément existant.
- **Transcription (Transc.)** : Traduire les informations sous une autre forme et/ou sur un autre support. La transcription ne concerne que des éléments existants.
- **Recherche d'informations extérieures (RcInfo.)** : Rechercher un complément d'information dans l'énoncé ou ailleurs. Demander une information à un tiers ou à l'autre concepteur. Donner une information recherchée par l'autre concepteur.
- **Compréhension exploratoire (CompEx.)** : Tenter de comprendre le concept généré à travers des interrogations, des remises en questions, des simulations, des changements de type de représentations externes (passage 2D à 3D), de la génération d'idées nouvelles.

Les catégories pour les activités de collaboration sont :

- **Coordination au niveau des actions**: Coopération entre les concepteurs pour la co-réalisation d'actions concrètes avec un contrôle verbal, gestuel et/ou visuel.
- **Coordination au niveau de la planification**: Élaboration d'un plan de travail. Attribution des tâches à chacun des concepteurs. Planification des actions (« on commence d'abord par le graphe d'adjacence puis on dessine le terrain » ; « moi je dessine les fenêtres et toi tu fais les murs »).
- **Ajustement des ressources**: Ajustement verbal des concepteurs pour savoir s'ils sont en possession des mêmes ressources techniques autant au niveau de l'artefact que de l'interface (vois-tu la même partie du bâtiment ? es-tu sur le calque X ?) ; Gestion des fonctionnalités des outils (peux-tu effacer X -car plus difficile pour moi-?) ; Ajustement verbal et gestuel pour veiller au bon fonctionnement de ces ressources techniques et prévenir les bugs (attention, j'écris).

- Ajustement des méta-connaissances : Ajustement des concepteurs sur leurs compétences respectives. Ils s'informent mutuellement sur ce qu'ils savent qu'ils peuvent faire, savent faire et savent que l'autre peut faire.
- Ajustement dans le discours: Cette catégorie permet aussi de coder les marques de suivi du discours et des marques d'accord.

Les actions verbales et non verbales ne rentrant pas dans les précédentes catégories sont codées dans une catégorie « autre ».

Parallèlement, nous avons aussi analysé la notion d'espace de réalisation des interactions (espaces physique, numérique, médiatisée) et leurs modalités (visuel, verbal/son, texte, graphique, physique). Le codage des espaces et des modalités est transversal aux deux types d'activités.

Les modalités d'interaction sont : verbal ; textuel ; graphique ; visuel ; gestion de l'espace physique. La modalité visuelle fait référence aux gestes de pointage, aux simulations gestuelles, aux préventions des bugs faisant appel au visuel (par exemple, contrôle visuel du stylet de l'autre qui est sur le point de toucher l'interface, accompagné de « attention à ton stylet ») ou encore au fait de faire explicitement appel au visuel (« est-ce que tu vois ce que je viens de dessiner en violet ? » ; « qu'est-ce que tu fais ? je ne vois pas ce que tu dessines... »).

Nous distinguons également les espaces de réalisation des interactions suivants :

- L'espace physique : il correspond à l'environnement physique qui entoure les concepteurs (le plateau du bureau virtuel, les chaises, les caméras, les observateurs, le programme, les outils).
- L'espace médiatisé : il correspond à l'ensemble des outils de télécommunication qui permettent aux concepteurs de communiquer à distance (web cam, wifi, micro).
- L'espace numérique correspond à l'ensemble des outils informatiques avec lesquels les architectes doivent travailler (la table haute définition du bureau virtuel, les stylets, le logiciel EsQUIse, les ordinateurs portables, tablettes graphiques...).

#### **4 RESULTATS ET DISCUSSION**

Notre étude se veut exploratoire et les conclusions auxquelles nous arrivons ne sont pas à prendre comme des conclusions généralisables à toutes les situations de conception collaborative et au métier d'architecte. Elles sont à considérer comme des pistes à explorer dans d'autres études prenant des échantillons plus grands et plus variés. En effet le nombre restreint de binômes ne permet pas de généraliser nos résultats et nos analyses restent de nature purement descriptive. Elles montrent cependant des similarités fortes entre binômes mais aussi des différences que l'on peut attribuer à la médiation mais aussi à des caractéristiques des binômes comme leur habitude à travailler ensemble ou encore à leur formation. Du point de vue statistique, le traitement a consisté en l'analyse des marges et des effectifs des variables croisées deux à deux ; les conclusions rapportées reposent sur la force des relations globales entre les variables (V2 de Cramer), ainsi que sur les attractions et les répulsions localement observées entre certaines des modalités des variables ainsi croisées (Taux de liaisons). Ces tendances sont résumées et discutées ci-après.

##### **4.1 *Des similarités fortes entre binômes quant à la répartition des activités, l'utilisation des espaces de travail et les modalités d'interaction***

La distribution des trois types d'activité (conception, collaboration et activités bi-orientées) diffère peu selon le binôme. Les trois binômes diffèrent peu quant à la prépondérance de

l'activité de conception sur la collaboration et la faible proportion d'activités bi-orientées. De plus, pour la conception, l'activité de compréhension exploratoire est l'activité la plus fréquente pour tous les binômes, et, pour la collaboration, les deux activités les plus observées sont celles liées à l'ajustement des ressources et à l'ajustement au niveau du discours.

En ce qui concerne l'utilisation des modalités d'interaction, on trouve également des similarités entre binômes. Ils utilisent en proportion égale l'espace numérique, et l'espace médiatisé est utilisé presque en substitution totale de l'espace physique dans la situation médiatisée à distance. De plus, le verbal représente de loin la modalité d'interaction dominante utilisée par eux.

#### *4.2 La médiation de l'activité rend difficile la construction d'un contexte partagé*

En co-présence, les deux binômes privilégient le recours à la modalité visuelle, la coordination des actions, et plus spécifiquement la coordination des actions sous forme graphique. Par opposition, à distance, le recours à cette modalité et à ces activités est moindre.

Le recours à la modalité visuelle - plus particulièrement à un contrôle visuel de ce que fait l'autre et ce qu'il regarde- permettrait d'assurer la construction d'un contexte partagé indispensable pour collaborer efficacement. En co-présence, du fait du partage de l'espace physique/numérique et de la visibilité totale sur l'autre et son espace de travail, le recours à la modalité visuelle est rendu plus aisé qu'à distance caractérisé par le partage uniquement de l'espace numérique et par une visibilité partielle via l'espace médiatisé. Nous avons d'ailleurs observé que le binôme à distance cherchait à augmenter cette visibilité en manipulant la direction de la webcam et ainsi le champ de visibilité qu'elle offrait à l'autre.

La coordination des actions, notamment sous forme graphique, renvoie à la co-réalisation d'esquisses ainsi qu'à la distribution d'actions simultanées sur un mode graphique et textuel. Cette co-activité est plus difficile à distance car le contrôle visuel sur ce que fait l'autre et ses intentions (gestes) est faible et rend difficile la construction d'un contexte visuel partagé.

Cette difficulté à construire un contexte visuel partagé se manifeste, à distance, par un plus fort recours à l'activité d'ajustement des ressources, en particulier en utilisant les modalités verbale et textuelle. Ainsi, dans cette situation caractérisée par la visibilité partielle couplée à la contrainte de séquentialité des entrées, il semble nécessaire de s'assurer constamment, et ceci dès le début de la passation, de ce que voit l'autre, ce qu'il fait, ce qu'il s'apprête à faire et de l'informer de même de ce que l'on fait. Ce contrôle est alors fait verbalement, et, en cas de mauvaise transmission sonore, textuellement.

A distance, le binôme privilégie les transcriptions notamment selon la modalité graphique et textuelle et a un moindre recours aux activités de simulation. Ces tendances peuvent encore s'expliquer par la visibilité partielle à distance qui rend difficile les simulations gestuelles, non visibles ou partiellement visibles par l'autre. Il semble dans ce cas que les transcriptions, notamment graphiques, remplacent les simulations gestuelles. Ainsi, le dessin virtuel, via le geste, qui accompagne une simulation en co-présence, serait substitué à distance par des dessins sur le bureau virtuel qui ont comme fonction de visualiser une simulation.

#### *4.3 L'habitude de collaborer se traduit par plus de planification, moins de transcriptions et de modifications*

Le binôme qui a l'habitude de travailler ensemble exhibe une proportion d'activité de collaboration moindre, tout en privilégiant la coordination au niveau de la planification notamment sous forme verbale. Ainsi l'effet de la familiarité serait une collaboration moindre, et donc moins coûteuse en temps qui y est consacré. Ils optimisent la collaboration par une attribution mutuelle des tâches et une répartition des espaces de travail numérique et physique. Il sont les seuls à exploiter la modalité de gestion de l'espace physique, en

association avec les activités de modification (par exemple : l'un demande à l'autre d'effacer et de dessiner un élément dans son espace du bureau).

Ce binôme fait proportionnellement moins de transcriptions et de modifications que les autres. Ainsi une collaboration optimisée pourrait se traduire par une nécessité moindre de modifications et de transcriptions. Une interprétation possible résiderait dans le fait que la familiarité s'accompagne d'un assignement plus clair et mieux anticipé des tâches, plus de confiance et une activité moins entrecoupée ; il en résulterait alors une nécessité moindre de modifier, tandis que les étapes de transcription – plus longues- seraient moins nombreuses. Toutefois, cette interprétation resterait à confirmer sur la base d'une analyse plus détaillée du contenu des différentes étapes d'incrémentation et modification chez tous les binômes.

#### 4.4 *La formation, un élément non négligeable*

Le binôme de formation architecture Beaux Arts est celui qui privilégie l'interaction via le graphique. Cette tendance se retrouve associée aux activités de modification, et de compréhension exploratoire. Elle peut être mise en relation avec la formation de ce binôme, qui mettrait plus l'accent mis sur l'esthétique via une représentation spatialisée du bâtiment. Dans ce sens, nous observons que ce binôme avait également un recours privilégié aux changements du format de représentations externes, notamment par des allers-retours entre la 2D et la 3D. Comme ce binôme ne connaissait pas Esquisse et le BV (contrairement aux autres binômes qui avaient eu une présentation au cours de leur cursus) il se pourrait également que les concepteurs aient eu un besoin plus important d'exploration des fonctionnalités de l'outil, notamment des fonctionnalités de visualisation 3D.

## 5 BIBLIOGRAPHIE

- Détienne, F., Boujut, J-F., & Hohmann, B. (2004) Characterization of Collaborative Design and Interaction Management Activities in a Distant Engineering Design Situation. In F. Darses, R.. Dieng, C. Simone, M. Zaklad (Eds) Cooperative Systems design. IOS Press, 83- 98.
- Fjeld M., Lauche K., Bichsel M., Voorhorst F., Krueger H., & Rauterberg M. (2002) Physical and Virtual Tools: Activity Theory Applied to the Design of Groupware. In Nardi B. A. & Redmiles D. F. (eds.): Activity Theory and the Practice of Design, Computer Supported Cooperative Work (CSCW), vol 11, 2002, Kluwer Academic Publishers, pp. 153-180.
- Green, T. R. G. (2000) Instructions and descriptions: some cognitive aspects of programming and similar activities. Invited paper, in Di Gesù, V., Levialdi, S. and Tarantino, L., (Eds.) Proceedings of Working Conference on Advanced Visual Interfaces (AVI 2000). New York: ACM Press, pp 21-28.
- Ishii H., Ben-Joseph E., Underkoffler J., Yeung L., Chak D., Kanji Z., Piper B. (2002). Augmented Urban Planning Workbench: Overlaying Drawings, Physical Models and Digital Simulation. In Proceedings of International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR'02), Darmstadt, Germany, September 30 - October 01, 2002, pp. 203-211.
- Juchmes R., & Leclercq P. (2004) A Multi-Agent System for Architectural Sketches Interpretation, Eurographics Workshop on Sketch-Based Interfaces, Grenoble, France.
- Kato H., Tachibana K., Nakajima T., Fukuda Y., Tananbe M., Cheok A. D. (2003). Collaborative City-Planning System based on Augmented Reality. In Jacko J. & Stephanidis C. (Eds), Human-Computer Interaction Theory and Practice, Proc. of HCI International, 22-27 June 2003, Crete, Greece, London : Lawrence Erlbaum Associates, 2003, vol. 1, pp. 1153-1157
- Leclercq, P. (2005) Le concept d'esquisse augmentée, SCAN'05 : Séminaire de Conception Architecturale Numérique sur le rôle de l'esquisse architecturale dans le monde numérique, Paris, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Paris-Val de Seine, France.



- Mayeur, A., Darses, F., & Leclercq, P. (2007) Evaluation ergonomique d'une tablette graphique d'aide à la conception architecturale. In M. Zouinar, G. Valléry, M-C Le Port (Ed): Actes du XXXXIIème congrès de la SELF. Octares, 185-195.
- Safin S., Boulanger C. & Leclercq P. (2005) Premières évaluations d'un Bureau Virtuel pour un processus de conception augmenté, 17ème Conférence Francophone sur l' Interaction Homme-Machine, Institut de Recherche en Informatique de Toulouse, France.