HAL
open science

Interactions Collaboratives en Situations Co-localisée et Distante

Alexandre Pauchet, François Coldefy, Liv Lefebvre, Stéphane Louis Dit Picard, Arnaud Bouguet, Laurence Perron, Joël Guerin, Daniel Corvaisier, Michel Collobert

To cite this version:

Alexandre Pauchet, François Coldefy, Liv Lefebvre, Stéphane Louis Dit Picard, Arnaud Bouguet, et al.. Interactions Collaboratives en Situations Co-localisée et Distante. 2007. hal-00193785

HAL Id: hal-00193785

https://hal.science/hal-00193785v1

Preprint submitted on 4 Dec 2007

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.

Interactions Collaboratives en Situations Co-localisée et Distante

Alexandre Pauchet François Coldefy Liv Lefebvre Stéphane Louis Dit Picard
Arnaud Bouguet Laurence Perron Joël Guerin Daniel Corvaisier Michel Collobert

France Télécom R&D, 2 Av. Pierre Marzin, 22307 Lannion
[alexandre.pauchet, francois.coldefy]@orange-ftgroup.com

Résumé :
Les Mixed Presence Groupware (MPG) désignent la connexion de plusieurs interfaces partagées en vue d'une collaboration distante. Nous essayons de répondre à la question suivante : pouvons-nous collaborer efficacement en médiatisant les interactions par MPG ? Afin de réduire le fossé existant entre interactions distante et co-localisée, la plateforme DIGITABLE a été conçue. Une étude des interactions collaboratives durant une tâche d'assemblage de mosaïques sur DIGITABLE est présentée ici. Bien que DIGITABLE n'apporte pas le même sentiment de présence en situations distante et co-localisée, la collaboration à distance ne semble plus entravée par la médiatisation des interactions.

Mots-clés : Interactions médiatisées, collaboration, interfaces partagées

Abstract:
Mixed Presence Groupwares (MPG) are the connection of two or more remote shared interfaces, for distant collaboration. We strive to answer to the question : does the mediation of interaction with MPG enable efficient collaboration ? We propose DigiTable, an experimental platform we hope lessen the gap between co-present and distant interaction. We present an experiment using DigiTable for a collaborative task of mosaic completion. Although DigiTable does not provide the same presence feeling in distant and or co-localized situation, it seems that mediation of interaction does not hinder collaboration anymore.

Keywords: Mediation of interaction, collaboration, shared interfaces

1 Introduction

L'utilisation de systèmes de communications médiatisés permet de limiter le nombre de déplacements professionnels. Cependant, certaines tâches sont difficiles à réaliser à distance avec la même aisance qu'en co-présence. Il est donc nécessaire de développer des outils génériques supportant une interaction collaborative de qualité. Le paradigme "une personne, un ordinateur" des interfaces personnelles n'est pas adapté à la communication verbale directe. Avec les interfaces partagées, les données sont accessibles à tous simultanément et le phénomène de tour si artificiel avec les systèmes personnels disparaît. L'objectif est de concevoir des interfaces partagées qui permettent une collaboration distante de qualité : l'interaction distante médiatisée doit se rapprocher de l'interaction co-localisée.

Nous nous intéressons aux interactions collaboratives entre groupes distants et aux Mixed Presence Groupware (MPG) [4] (groupe constitué de personnes co-localisées et distantes), *via* la connexion d'interfaces partagées distantes. La collaboration distante doit préserver la fluidité des interactions et la conscience situationelle qui existe en co-présence. Suivant les recommandations de Tang *et al.* [13], nous nous concentrons en particulier sur la visualisation des gestes d'un utilisateur distant. Les gestes distants permettent de transmettre des informations indispensables à la communication, comme l'identité des actions (qui fait quoi), l'intentionnalité (qui a l'intention de faire quoi) et la désignation. Une nouvelle plate-forme collaborative baptisée DIGITABLE est proposée ici. Elle combine une table tactile permettant à plusieurs utilisateurs d'agir simultanément, un système de communication vidéo permettant la visualisation à taille réelle de l'interlocuteur distant et le contact visuel, un système de son spatialisé pour transmettre les interactions orales et un module de vision par ordinateur afin de reproduire le geste distant. La question soulevée dans cet article est la suivante : ce type d'outil permet-il de collaborer à distance aussi efficacement qu'en

co-présence ? Les situations distante et co-localisée sont comparées en termes d'efficacité au cours d'une tâche collaborative et du sentiment de présence.

Cet article est organisé comme suit : la section 2 présente un état de l'art sur l'interaction médiatisée par interfaces partagées et la collaboration distante. La section 3 précise nos objectifs. La section 4 décrit la plate-forme DIGITABLE, tandis que la 5 détaille l'expérimentation réalisée. Les résultats de cette expérimentation sont résumés section 6. Enfin, la section 7 est consacrée aux conclusions et aux travaux futurs.

2 Travaux existants

Le développement d'interfaces partagées s'appuient sur l'émergence de nouvelles surfaces de visualisation (murs-écrans, tables-écrans, *etc.*), et sur le développement de systèmes à entrées multiples et indépendantes. En 1993, Pederson *et al.* [9] proposa Tivoli, tableau blanc électronique supportant jusqu'à 3 utilisateurs interagissant simultanément par stylos électroniques. Stewart *et al.* [12] définirent le concept des Single Display Groupware (SDG) : groupe de personnes travaillant sur un même écran. Une expérimentation a montré que les écoliers à qui était proposée une application de dessin partagé sur PC préféraient nettement l'implémentation multi-souris à la version mono-souris. Beaucoup plus récemment, Microsoft Research India s'est également emparé du problème des interactions multi-souris, toujours pour l'enseignement, mais dans des pays en voie de développement dont les salles de classes ne disposent que de très peu d'équipements informatiques (un PC pour 10 utilisateur) [8]. Ils ont ainsi proposé une application permettant l'utilisation simultanée de 5 souris.

Du point de vue des interactions en groupe, Gutwin analyse la conscience de l'espace de travail dans les groupes de travail distants [4]. Tang *et al.* [13] étendent le concept du SDG au MPG, en connectant ensembles plusieurs SDG situés sur des sites différents. Les auteurs se concentrent sur les disparités du sentiment de présence, induisant une collaboration différente entre collaborateurs co-localisés et distants. Ils proposent de personnifier les actions distantes à l'aide de télépointeurs ou d'une visualisation du geste distant.

Les tables tactiles semblent particulièrement adaptées à la conception d'interfaces partagées car elles permettent le travail simultané de plusieurs collaborateurs, une prise de décision équitablement répartie et un accès à l'information identique pour tous les participants [10]. L'utilisation de tables tactiles comme dispositif d'entrées/sorties est un domaine interdisciplinaire émergeant intégrant réalité augmentée, visualisation de données, interface utilisateur et interaction multi-modale et multi-utilisateurs (voir [1]). Dietz *et al.* [2] présentent la Diamond Touch de Merl, une table tactile pour laquelle chaque interaction tactile est identifiée à un utilisateur. Elle permet jusqu'à 8 utilisateurs d'agir simultanément sur la table. Cependant, les actions bi-manuelles et les contacts multiples pour un même utilisateur sont limités par le matériel qui ne distingue pas les différents contacts mais retourne uniquement la boîte englobant tous ces contacts. Plusieurs systèmes multi-contacts ([5], [6], *etc.*) existent désormais mais la Diamond Touch est actuellement la seule table tactile multi-contacts commercialisée.

3 Motivations

Cette étude s'intéresse aux interactions collaboratives entre groupes distants et vise à concevoir une plate-forme préservant au mieux les caractéristiques du face-à-face co-localisé. Notre approche s'appuie sur les travaux de Gutwin [4] sur l'analyse de la conscience de l'espace de travail, la *conscience situationelle* (situational awareness), la *communication conséquentielle* (consequential communication) et l'*arrière plan conversationnel* (conversational grounding).

La *conscience situationnelle* est la reconnaissance des modifications de l'environnement par la perception de l'environnement et de l'activité des autres utilisateurs. Elle s'appuie sur la *communication conséquentielle*, *les artefacts de manipulation*, et la *communication intentionnelle*. La *communication conséquentielle* est l'information qui émerge de l'activité d'une personne. Elle est non intentionnelle et se transmet par la canal visuel (position, mouvements des mains, *etc*). Les *artefacts* sont la seconde source d'information sur les actions courantes (*e.g.* le son caractéristique d'une action). Enfin, la *communication intentionelle*, à travers la conversation et les gestes, complète les informations communicationnelles. La conscience situationelle permet la mise à jour des modèles mentaux de l'environnement et la représentation les objets de la tâche et des activités. Elle facilite la planification de ce qui doit être dit ou fait ainsi que la coordination du discours et des actions.

Les informations visuelles participent grandement à la communication, en permettant aux personnes de s'assurer que les messages sont compris correctement, notamment grâce aux informations fournies par les expressions verbales (*e.g.* un marmonnement) ou non verbales (*e.g.* un hochement de tête). Elles facilitent la constitution d'un arrière plan commun et la compréhension mutuelle des interlocuteurs. Il y a très peu de travaux concernant l'apport des informations visuelles sur la réalisation d'une tâche collaborative.

Nous cherchons à concevoir une plate-forme collaborative qui préserve la conscience situationelle entre groupes distants, afin de favoriser une interaction de qualité. La plate-forme DIGITABLE que nous proposons s'articule autour d'une Diamond Touch de Merl [2] comme interface partagée. L'utilisation d'une table tactile est motivée par le fait que l'interaction autour d'une table est équitablement répartie entre participants [10]. A cette table tactile s'ajoutent un système de communication vidéo permettant la visualisation l'interlocuteur et un module de vision afin de reproduire le geste distant. Ces deux informations visuelles participent, nous l'espérons, à transmettre des informations visuelles pertinentes favorisant conscience mutuelle et sentiment de présence. Elles permettent aux utilisateurs d'identifier précisément qui fait quoi, et participent ainsi à la compréhension et à l'anticipation des actions des participants distants. La plupart des règles sociales sont conservées, et les conflits involontaires à propos de la disponibilité des objets sont évités. Enfin, la communication intentionnelle est possible car les participants peuvent pointer vers un objet pour le désigner ou expliquer une action.

4 La plate-forme DIGITABLE

DIGITABLE est une plate-forme combinant une table-écran tactile multi-utilisateurs (la Diamond Touch [2]), un système de communication vidéo permettant le contact visuel et la visualisation à échelle réelle de l'utilisateur distant, un module de vision par ordinateur pour la visualisation du geste distant et un système de son spatialisé (voir FIG. 1).

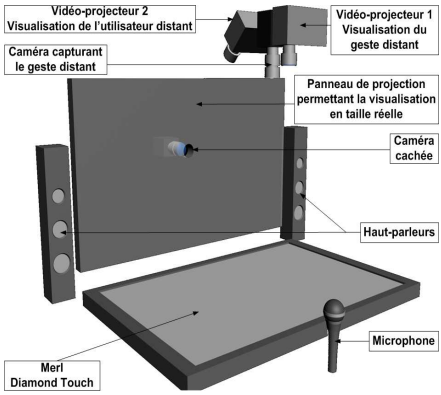

FIG. 1 – DIGITABLE intègre une Diamond Touch, un système de communication vidéo, un système de son spatialisé et un module de vision par ordinateur.

La Diamond Touch de Merl [2] est une

dalle tactile passive sur laquelle l'image de l'application informatique est projetée par le haut à l'aide d'un vidéo-projecteur (vidéo-projecteur 1 de la FIG. 1).

Le système de communication vidéo utilise une caméra espion cachée dans un panneau de bois servant d'écran. Cette caméra pointe vers l'utilisateur à travers un trou de 3mm de diamètre. Un second vidéo-projecteur (vidéo-projecteur 2 de la FIG. 1) projette sur l'écran la vidéo capturée par la caméra cachée de façon symétrique sur le site distant. Le contact visuel est garanti en positionnant la caméra à hauteur des yeux d'une personne assise.

Le module de vision utilise une caméra pointant vers la table. Un processus de segmentation détecte tout objet placé sur la table en comparant l'image capturée par la caméra et l'image projetée sur la table du bureau. Il produit un masque des objets détectés extrait de l'image de la caméra. Ce masque est envoyé à travers le réseau vers le site distant. A distance, l'image est ajoutée à l'image du bureau avant d'être projetée sur la table. Ce module de vision est similaire à celui utilisé dans VideoArms [13], mais probablement plus robuste.

La FIG. 2 montre les gestes de 2 utilisateurs et leur représentation sur le site distant. L'image en bas à gauche montre l'image en provenance du site 2 (image en haut à droite). L'image en bas à droite montre la représentation des gestes du site 1 (image en haut à gauche).

5 Étude utilisateur

Une application d'assemblage de mosaïques a été conçue comme tâche expérimentale. Les résolutions collaboratives de mosaïques, effectuées par 2 utilisateurs en situations distante et co-localisée, sont comparées. Les objectifs sont de comprendre les effets de la médiatisation en termes d'expérience utilisateur et de critères pertinents comme l'efficacité à réaliser la tâche, la progression de l'activité, les accès et l'utilisation des ressources et la

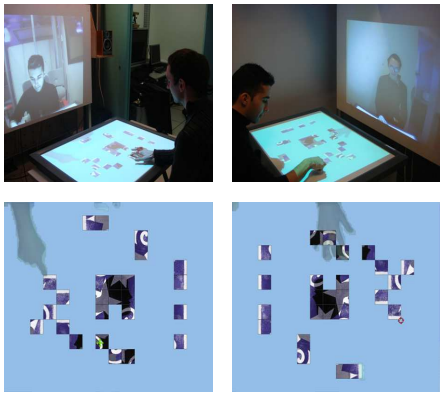

FIG. 2 – Visualisation du geste distant : en haut, vue des tables distantes et en bas, vue des images projetées sur les bureaux. L'application concerne l'assemblage collaboratif de mosaïques.

collaboration. Nous nous intéressons aussi à l'impact de l'orientation des objets sur la coordination selon la configuration collaborative (côte-à-côte ou face-à-face).

Les mosaïques sont composées de pièces carrées. L'assemblage de puzzles textuels sur table a déjà été étudié par Kruger *et al.* [7], qui ont observé 3 rôles dans l'orientation des pièces : la *compréhension* (ex : lecture), la *coordination* (un espace privé implicite est créé en orientant une pièce vers soi) et la *communication* (l'orientation d'une pièce vers un autre utilisateur en vue d'attirer son attention). Nous souhaitons étendre leurs travaux à l'assemblage de mosaïques digitales en situations co-localisée et distante médiatisée.

En situation co-localisée, les utilisateurs sont assis côte-à-côte au bord d'une Diamond Touch, car c'est la configuration la plus naturelle pour une tâche d'assemblage de puzzles. En situation distante, les utilisateurs sont virtuellement face-à-face, de chaque côté de la table, et utilisent la plateforme DIGITABLE. Nous pensons que cet arrangement est le plus agréable pour la communication distante car il est compatible avec le système de communication vidéo mis en place. De plus, nous suivons en cela les recommandations de Tang [14] pour qui la collaboration face-à-face appa-

raît plus adaptée pour les interactions verbales et non-verbales. Enfin, cette situation correspond à une configuration *littéralement située* [4], *i.e.* une situation représentant *littéralement* (non symbolique) des informations visuelles distantes sur l'espace de travail, à l'endroit où elles se situent. Elle est cohérente avec la manière dont les gens interagissent habituellement, impliquant un mécanisme perceptuel de feedthrough[1], d'information conséquentielle et la communication gestuelle [4].

L'expérimentation réalisée est l'assemblage en binôme de 6 mosaïques, 3 en situation co-localisée et 3 en situation distante. Les mosaïques sont composées de 5x5 pièces carrées. Pour chaque situation, 3 types différents de mosaïques sont assemblées (abstraite, figurative et textuelle). Une mosaïque textuelle représente un texte (ici un poème) : l'orientation "correcte" de chaque pièce est facilement reconnue à l'aide des mots et de la ponctuation. Une mosaïque figurative représente une scène ou un portrait : l'orientation correcte de chaque pièce est plus ambiguë et peut nécessiter l'assemblage de plusieurs pièces avant d'être connue. Une mosaïque abstraite représente une peinture abstraite ou une fractale : la seule contrainte pour les pièces est qu'elles aient toutes la même orientation à la fin de l'assemblage.

Pour résoudre les mosaïques, une application Java a été conçue pour fonctionner localement et à distance sur des Diamond Touch. Deux actions sont possibles : le déplacement et la rotation. Une pièce peut être déplacée le long d'une grille invisible en touchant approximativement le centre de la pièce concernée et en la faisant glisser sur la table. Une pièce peut aussi être tournée par pas de 90°, de façon à ce que ses côtés restent toujours parallèles aux côtés de la table. Pour cela, l'utilisateur doit sélectionner l'un des 4 coins de la pièce et lui faire faire un mouvement de rotation. Une indication visuelle est fournie aux utilisateurs pour les informer de l'action qu'ils sont en train d'effectuer sur la pièce (une croix fléchée pour un déplacement et un cercle fléché pour une rotation).

Durant l'assemblage des mosaïques, les binômes ont été filmés, et leurs actions enregistrées (pièces touchées, types d'action - rotation ou déplacement, localisation et orientation de ces pièces).

12 binômes de sujets (24 sujets) ont participé à cette étude. Un binôme était composé de 2 femmes, 6 binômes de 2 hommes et 5 binômes étaient mixtes. Tous les participants étaient de catégorie socio-professionnelle élevée (Bac+5) et avaient une vision normale ou corrigée à la normale. Durant l'expérimentation, l'ordre de résolution des mosaïques était contrebalancé suivant la situation (co-localisée ou distante) et le type de mosaïque (abstraite, figurative ou textuelle). Les binômes de sujets ont d'abord complété individuellement une mosaïque d'entraînement avant l'assemblage collaboratif des 6 mosaïques.

6 Résultats

6.1 Mesures objectives

Effet du type de mosaïques

Les temps d'assemblage des 3 types de mosaïques ont été comparés à l'aide d'une Anova de Friedman et une différence significative a pu être observée ($F(2)=30.3$, $p<0.001$). Les comparaisons post-hoc ont révélé une différence significative dans les temps d'assemblage entre chaque paire de mosaïques. Les mosaïques figuratives ont été assemblées plus rapidement (M=362s, E.T.=182s) que les mosaïques textuelles (M=435s, E.T.=394s). Les mosaïques abstraites prenaient le plus de temps (M=565s, E.T.=394s). La même hiérarchie a été observée pour les deux situations, respectivement : ($F(2)=7.64$, $p<0.02$) en co-localisé et ($F(2)=24.33$, $p<0.001$) à distance.

Les 3 types de mosaïques ont aussi été

[1]Comme Dix *et al.* le remarquent [3], quand des objets sont manipulés, cette manipulation transmet des informations de *feedback* à la personne réalisant l'action et des informations de *feedthrough* aux personnes qui observent l'action en question.

comparés du point de vue des actions avec une Anova de Friedman, et une différence significative a pu être observée ($F(2)=33.1$, $p<0.001$). Les comparaisons post-hoc ont permis de faire apparaître une différence significative entre chaque paire de mosaïques. Les mosaïques textuelles ont été assemblées avec moins de rotations (M=29, E.T.=5) que les mosaïques figuratives (M=59, E.T.=31). Les mosaïques abstraites demandaient le plus de rotations pour être assemblées (M=86, E.T.=52). La même observation a été faite pour les deux situations (co-localisée et distante) séparément. Ces différences reflètent la difficulté pour trouver la "bonne" orientation des pièces des mosaïques abstraites par rapport aux autres types de mosaïques.

Effet de la situation

Pour chaque type de mosaïques et pour toutes les mosaïques prises ensemble, un test de Wilcoxon (les données observées ne suivaient pas de loi paramétrique) a été effectué, qui n'a révélé aucune différence significative entre les temps d'assemblage des mosaïques en co-présence (M=397s, E.T.=221s) et en situation distante (M=441s, E.T.=237s).

Pour les mosaïques textuelles, aucune différence significative n'a été observée sur les temps de résolution, les nombres de rotations et de déplacements entre situations distante et co-localisée.

Interactions collaboratives

En situation côte-à-côte/co-localisée, les sujets utilisent une plus grande surface sur la table qu'en situation face-à-face/distante (voir FIG. 3) et les stratégies utilisées sont différentes. En situation côte-à-côte/co-localisée, les sujets commencent par se répartir la tâche et les pièces, puis travaillent plutôt seuls, avant de réunir le fruit de leur travail : 2 zones distinctes se détachent sur l'image de droite. Ils interagissent surtout au début et à la fin de la résolution. En situation face-à-face/distante, les sujets travaillent plus souvent ensemble sur la même zone de la table (une seule zone principale se distingue sur l'image gauche FIG. 3). Les interactions se répartissent tout au long de la résolution.

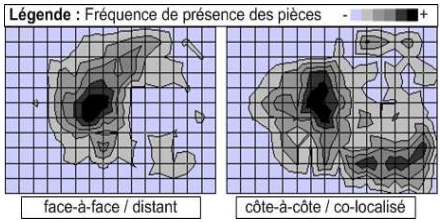

FIG. 3 – Localisations dominantes des pièces durant l'assemblage des mosaïques.

L'orientation dominante des pièces de mosaïques textuelles est différente en situations côte-à-côte et face-à-face : dans le premier cas l'orientation des pièces n'est pas conflictuelle, tandis que dans le second cas les sujets négocient pour choisir une orientation qui les satisfasse. Sans aucune surprise, en situation côte-à-côte, les pièces sont majoritairement orientées pour pouvoir être lues par les deux sujets. En situation face-à-face, deux stratégies sont utilisées de façon équivalente par les sujets : orienter les pièces vers un des deux sujets ou bien perpendiculairement.

6.2 Ressenti utilisateur

Il a été demandé aux sujets de commenter leur vécu de l'expérimentation en se concentrant sur l'application elle-même et sur les différences qui pouvaient exister entre les situations distante et co-localisée.

L'application d'assemblage de mosaïques

A la première question ("Que pensez-vous de l'application Mosaïque ?"), les remarques les plus courantes ont été :

- Il est parfois difficile de tourner les pièces (19 sujets).
- Il manque le déplacement simultané de plusieurs pièces (14 sujets).
- Il manque la rotation simultanée de plusieurs pièces (9 sujets).

Ces remarques confirment que les binômes de sujets s'étant réparti les tâches et ayant

travaillé séparément aurait aimé trouver des outils leur permettant de réunir plus facilement deux sous-parties de mosaïques.

Configurations

A la seconde question ("Pouvez-vous comparer la résolution de mosaïques en situations co-localisée et distante ?"), les remarques les plus courantes ont été :

- Le système de vidéo-communication semble inutile, alors que la sonorisation parait indispensable (14 sujets).
- Le plus gros problème a été la lecture en situation face-à-face (distante) des mosaïques textuelles (13 sujets).
- La représentation du geste distant est intéressante car elle améliore la communication et transmet des informations sur les intentions (7 sujets).
- Les mêmes sujets remarquent aussi qu'il n'était pas toujours évident de distinguer les mains de l'interlocuteur (7 sujets).
- 6 sujets ont trouvé l'assemblage des mosaïques plus plaisant en situation co-localisée, 3 en situation distante et 2 sujets ont trouvé les 2 situations identiques. Les autres sujets n'ont pas comparé les deux situations en ces termes.

En raison de la tâche choisie, les sujets n'avaient pas besoin de parler pour se coordonner. Ils ont donc trouvé inutile le système de vidéo-communication. Seulement 6 sujets sur 24 préfèrent la collaboration en situation co-localisée, les autres sont indifférents dans le pire des cas. Grâce à la visualisation du geste distant, la collaboration en situations co-localisée et distante sont deux expériences différentes mais tout aussi valables. Les problèmes liés à l'orientation des pièces textuelles en situation face-à-face sont plus critiques, mais ils ne sont pas dus à la médiatisation des interactions.

6.3 Discussion

A partir des résultats issus de mesures objectives, aucune différence significative n'a pu être mise à jour entre les situations distante et co-localisée, aussi bien en considérant les temps de résolution, les types de mosaïques et les actions sur les pièces. La collaboration entre deux groupes distants sur une tâche d'assemblage de mosaïques semble être aussi efficace que la collaboration co-localisée.

Cependant, les configurations distantes et co-localisées diffèrent en terme de *couplage*. Le *couplage* (coupling) [11] qualifie le degré de collaboration entre personnes. Cela peut aller du couplage faible quand deux personnes travaillent sans avoir besoin de se transmettre d'information, jusqu'au couplage fort quand ils doivent collaborer. Ces différences observées dans l'expérimentation peuvent être dues à la configuration spatiale (côte-à-côte *vs.* face-à-face) ou à la médiatisation de l'interaction (co-localisé *vs.* distant). En situation côte-à-côte, les sujets ont tendance à se gêner dans la manipulation et l'accès aux pièces. Cela favorise une première phase durant laquelle les sujets essaient d'assembler chacun une partie indépendante de la mosaïque (couplage faible). Un tel couplage est limité par le fait que l'application ne facilite pas la réunion de deux sous-parties d'une même mosaïque : il n'est pas possible de déplacer et de tourner en une seule fois un groupe de pièces.

Du point de vue du ressenti utilisateur, le sentiment de présence est radicalement différent entre situations distante et co-localisée. Cela peut être dû au fait que DIGITABLE respecte bien la plupart des recommandations de Gutwin à propos de la conscience de l'espace de travail (des outils sont fournis pour transmettre la communication intentionnelle et conséquentielle), mais peu d'efforts ont été faits concernant les artefacts et le feedthrough. La visualisation du geste distant manque aussi de substance, d'"incarnation". La présence du partenaire distant est souvent ressentie de manière abstraite, trop immatérielle. Elle pourrait être améliorée en ajoutant une sonorisation liée à la manipulation des pièces comme feedthrough afin d'incarner un peu plus les actions.

7 Conclusion et travaux futurs

Dans le cadre de la conception d'une plateforme collaborative, DIGITABLE combine une table tactile, un système de vidéo communication, un système de son spatialisé et un module de vision afin de représenter le geste distant. Une première évaluation de DIGITABLE a été faite sur une tâche collaborative d'assemblage de mosaïques. Bien que DIGITABLE ne fournisse pas le même sentiment de présence en situations distante et co-localisée, la médiatisation des interactions semble ne plus être un frein à l'efficacité de la collaboration. Collaborations co-localisée et distante sont deux expériences à part entière avec leurs qualités et défauts propres, certains exprimant spontanément leurs préférences pour l'une ou l'autre des configurations. De plus amples expérimentations sont néanmoins nécessaires pour conclure sur l'influence de chaque paramètre sur les stratégies de collaboration et sur l'interaction.

DIGITABLE nécessite quelques perfectionnements techniques pour augmenter le sentiment de présence : améliorer la qualité de la vidéo et du son, augmenter l'opacité de la représentation des mains et prendre en compte de feedthrough comme les bruits de frottement. En ce qui concerne l'application d'assemblage de mosaïques, les problèmes concernant la rotation des pièces peuvent être solutionnés en augmentant la surface dédiée à la détection de l'outil de rotation. Enfin, cette application doit pouvoir supporter la création de conteneurs permettant de déplacer ou tourner un ensemble de pièces simultanément, afin de pouvoir fusionner deux sous-parties de mosaïques assemblées séparément. Ce dernier point devrait amener davantage de couplage faible durant la tâche collaborative.

Une nouvelle série d'expérimentation est actuellement en cours, maintenant que toutes ces améliorations techniques ont été intégrées. Le rôle de la communication vidéo et l'importance de la visualisation des mains sur le site distant doivent aussi être évalués par des critères objectifs, ainsi que leur influence mutuelle. L'impact de la configuration collaborative (face-à-face *vs.* côte-à-côte) selon la situation (distante *vs.* co-localiée) doit être étudié.

Références

[1] *Tabletop 2006, Adelaide, Australia*. IEEE Computer Society, 2006.

[2] P. H. Dietz and D. Leigh. Diamondtouch : A multi-user touch technology. In *UIST*, 2001.

[3] A. Dix, J. Finlay, G. Abowd, and R. Beale. *Human-Computer Interaction*. 1993.

[4] C. Gutwin and S. Greenberg. A descriptive framework of workspace awareness for real-time groupware. *Computer Supported Cooperative Work, Special Issue on Awareness in CSCW*, 11, 2002.

[5] J. Han. Low-cost multi-touch sensing through frustrated total internal reflection. In *UIST*, 2005.

[6] G. Hollemans, T. Bergman, V. Buil, K. van Gelder, M. Groten, J. Hoonhout, T. Lashina, E. van Loenen, and S. van de Wijdeven. Entertaible : multi-user multi-object concurent input. In *UIST*, 2006.

[7] R. Kruger, S. Carpendale, S. Scott, and S. Greenberg. How people use orientation on tables : comprehension, coordination and communication. In *GROUP*, 2003.

[8] U. S. Pawar, J. Pal, and K. Toyoma. Multiple mice for computers in education in developing countries. In *ICTD*, 2006.

[9] E. R. Pederson, K. McCall, T. P. Moran, and F. G. Halasz. Tivoli : an electronic whiteboard for informal workgroup meeting. In *interCHI*, 1993.

[10] Y. Rogers and S. E. Lindley. Collaborating around vertical and horizontal large interactive displays : which way is best ? *Interacting with Computers*, 6, 2004.

[11] T. Salvador, J. Scholtz, and J. Larson. The denver model for groupware design. *SIGCHI Bulletin archive*, 28, 1996.

[12] J. Stewart, B. B. Bederson, and A. Druin. Single display groupware : a model for co-present collaboration. In *CHI*, 1999.

[13] A. Tang, C. Neustaedter, and S. Greenberg. Videoarms : embodiments in mixed presence groupware. In *BCS-HCI*, 2006.

[14] J. C. Tang. Findings from observational studies of collaborative work. *Int. Journal of Man-Machine Studies*, 34(2), 1991.