TAXINOMIE DES MÉCANISMES DE CONNEXION POUR LA COMMUNICATION HOMME-MACHINE-HOMME

Daniel Salber et Joëlle Coutaz

LGI-IMAG
Université Joseph Fourier
B.P. 53 - 38041 Grenoble Cedex 9, France
E-mail: daniel.salber@imag.fr, joelle.coutaz@imag.fr
Tél.: 76 51 44 40 et 76 51 48 54; Fax: 76 44 66 75

RÉSUMÉ

Les systèmes de communication homme-machine-homme permettent à leurs utilisateurs de communiquer entre eux en utilisant un outil informatique. A ce titre, ils constituent une catégorie d'outils collecticiels[1]. Partant du constat que les taxinomies existantes ne fournissent que peu d'éléments pour la conception et la réalisation de ces systèmes, nous proposons l'espace de conception IMPACT (Interaction, Media, Processing, Authentication, Cooperation, Time) pour les mécanismes de connexion des systèmes de communication homme-machine-homme.

MOTS CLÉS

Communication homme-machine-homme, taxinomie, espace de conception.

INTRODUCTION

Les systèmes de communication homme-machine-homme permettent à des utilisateurs de communiquer entre eux en utilisant un outil technologique. Le téléphone est l'exemple le plus couramment utilisé de ce type de systèmes. D'abord utilisé comme outil de traitement calculatoire de l'information, l'outil informatique est de plus en plus utilisé en combinaison avec des réseaux informatiques comme outil de communication entre utilisateurs. A ce titre, les outils de communication informatisés représentent une catégorie particulière de systèmes collecticiels.

On distingue en général trois types d'activité qu'un système collecticiel doit permettre entre les utilisateurs : communication, collaboration et coordination. La communication entre les utilisateurs est en fait nécessaire pour ces trois aspects, mais elle peut prendre diverses formes. Dans un éditeur de texte partagé tel SASSE [Baecker 92], la position de chaque utilisateur dans le document est indiquée par un point de couleur sur la vue d'ensemble. Il y a bien ici communication d'information entre les utilisateurs (l'information "j'en suis ici") mais cette communication est codée par le système et est une aide pour la collaboration. De même, les outils de vote sont des outils d'aide à la coordination (ou supports du travail articulatoire au sens de [Derycke 94]) dans lesquels la communication est contrainte. Les outils de communication, eux, permettent aux utilisateurs d'échanger des informations sans contrainte quant à leur contenu. Nous nous intéressons dans cet article aux outils de communication dans le cadre du collecticiel. Nous montrons les limitations des taxinomies existantes et proposons un espace de conception pour les mécanismes de connexion des systèmes de communication homme-machine-homme.

Actes de IHM 94, sixièmes journées sur l'Ingénierie des Interfaces Homme-Machine, 8 et 9 décembre 1994, Lille, France, pp. 183-189.

[1] La dénomination officielle est maintenant "synergiciel". Nous continuons cependant à utiliser le terme "collecticiel" dont l'usage est courant dans la communauté IHM.

TAXINOMIES USUELLES

Deux types de taxinomie sont couramment utilisées pour classer les systèmes collecticiels et peuvent donc être appliquées aux systèmes de communication homme-machine-homme. La première est la célèbre classification espace-temps, la seconde est une catégorisation par fonctionnalité des outils. Cette seconde approche a deux inconvénients : en créant des familles d'outils pour classer ceux qui existent aujourd'hui, elle ne tient pas compte des nouveaux types d'applications collecticielles qui sont amenées à apparaître. D'autre part, une même application collecticielle peut être repertoriée dans plusieurs catégories à la fois. L'approche espace-temps [Ellis 91] permet de découper les systèmes collecticiels en quatre grandes classes suivant les possibilités d'interaction offertes aux utilisateurs, à la fois dans l'espace et dans le temps (figure 1).

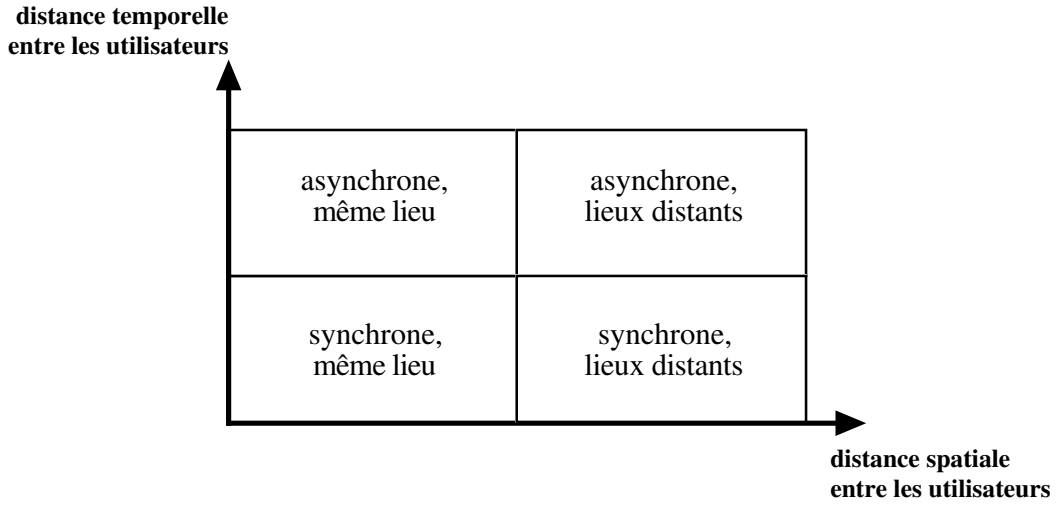

Figure 1. Classification espace-temps.

La classification espace-temps est un outil très utile pour raisonner sur les systèmes collecticiels. Elle permet de catégoriser simplement un système donné, et en établissant une distinction entre systèmes synchrones et asynchrones, elle permet de commencer à raisonner en termes de ressources nécessaires au niveau système pour la réalisation d'un outil collecticiel. A ce titre, elle est une aide précieuse pour le concepteur d'un système collecticiel. Cependant, cette classification a aussi plusieurs inconvénients. Tout d'abord, comme le fait remarquer [Karsenty 94], un même outil collecticiel peut fort bien se trouver réparti sur plusieurs des quatre quadrants de la classification. Un collecticiel peut par exemple permettre successivement des interactions synchrones et des interactions asynchrones. D'autre part, la dimension espace est ambiguë : doit-on par exemple considérer que des utilisateurs situés dans le même bâtiment mais à des étages différents sont situés dans un même lieu ?

Une première approche pour adapter cette classification est de rendre continus les axes espace et temps. Des quatre quadrants, on passe ainsi à un espace continu dans lequel un même système peut être réparti dans l'espace de classification. De plus, la distinction usuelle distance métrique/distance kilométrique permet de préciser l'axe espace. La figure 2 présente cette version modifiée de la classification espace-temps sur lequel on a indiqué quelques exemples d'outils habituels de communication.

L'aspect continu de l'espace de classification permet de caractériser les systèmes avec plus de souplesse. Par exemple, sur la figure 2, le MediaSpace est situé avant le téléphone sur l'axe espace. En effet, la distance maximale à ce jour entre les utilisateurs de systèmes

MediaSpace est de quelques milliers de kilomètres (liaisons transatlantiques), même si en théorie cette distance peut être augmentée jusqu'à des distances de communication comparables à celles du téléphone (dizaines de milliers de kilomètres). On remarque aussi sur la figure 2 que le Post-It™ est situé avant la communication directe sur l'axe espace. En effet, si la communication directe peut avoir lieu à quelques mètres de distance (un orateur devant une audience, par exemple), la communication écrite via un objet physique tel le Post-It nécessite que les deux interlocuteurs soient au maximum à distance de lecture de l'objet (quelques dizaines de centimètres). Cette classification continue permet donc de moduler la dimension espace de chaque système. Bien sûr, les systèmes permettant des communications à distance kilométrique permettront en général aussi des communications à distance métrique. L'axe espace doit être lu comme la distance maximale entre les utilisateurs ou comme la portée maximale du système de communication.

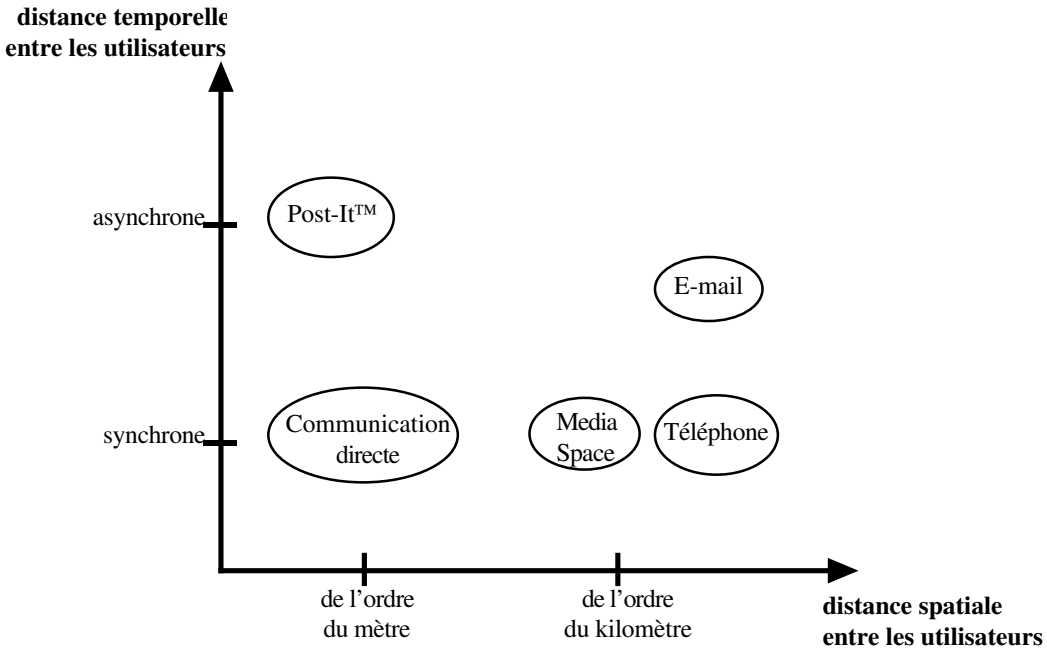

Figure 2. Classification espace-temps continue.

Sur l'axe temporel aussi, la classification continue permet de nuancer les propriétés de synchronisme et d'asynchronisme des systèmes. Sur la figure 2, la position de l'e-mail montre que l'e-mail est généralement asynchrone, mais qu'il peut aussi être utilisé de façon sychrone : deux interlocuteurs peuvent avoir en effet un dialogue quasi-synchrone en utilisant l'e-mail. Si les deux participants sont connectés sur leur système e-mail au même moment et que la transmission e-mail est suffisamment rapide, les deux utilisateurs peuvent établir une communication quasi-synchrone en envoyant chacun un message à tour de rôle.

Un travail récent [Grudin 94] propose d'enrichir les quatre quadrants de la classification espace-temps en raffinant d'une part la catégorie asynchrone en "temps différent mais prévisible" et "temps différent et imprévisible", et d'autre part la catégorie "lieux différents" en "lieux différents mais prévisibles" et "lieux différents et imprévisibles". Ces ajouts mènent à une classification espace-temps à neuf cases. Ces nouvelles catégories ont l'avantage de prendre en compte l'informatique "ubiquitaire" dans laquelle le lieu où se trouve un utilisateur peut être imprévisible. Elles permettent aussi de mieux prendre en compte les aspects organisationnels d'un groupe de travail. Mais les inconvénients de la classification originelle en quatre quadrants subsistent et cette extension semble en fait être une "mise à jour" prenant en compte les nouvelles possibilités technologiques.

Une autre extension possible de la classification espace-temps consiste à rajouter un troisième axe indiquant le nombre d'utilisateurs du système. Cette nouvelle dimension permet de réfléchir à des choix de conception : par exemple, on ne concevra pas de la même façon une messagerie interne pour dix utilisateurs et une messagerie connectée à l'Internet et à ses millions d'utilisateurs.

Cependant, pour le concepteur d'un système de communication homme-machine-homme, ces classifications sont insuffisantes. En effet, si elles permettent de dégager quelques caractéristiques des systèmes existants ou du système à réaliser, elles ne donnent qu'une vue globale du système et ne sont pas d'une réelle aide pour certains choix de conception.

L'ESPACE DE CONCEPTION "IMPACT"

La conception et la réalisation d'un système informatique de communication homme-machine-homme posent un certain nombre de difficultés et des choix de conception doivent être faits à plusieurs niveaux : matériel (type de réseau), architecture globale du système, architecture logicielle de chaque application, conception d'interface utilisateur. Nous nous intéressons principalement aux mécanismes que doit fournir un système de communication homme-machine-homme. Par-dessus ces mécanismes seront implantées une ou des politiques d'utilisation qui détermineront l'usage du système.

Il nous semble nécessaire de trouver un cadre de réflexion qui puisse à la fois :

- aider à la compréhension et à l'analyse des systèmes existants en permettant de classer leurs caractéristiques,
- structurer l'espace de conception de ces systèmes,
- guider les choix de conception et de réalisation auxquels peuvent être confrontés les développeurs de tels systèmes.

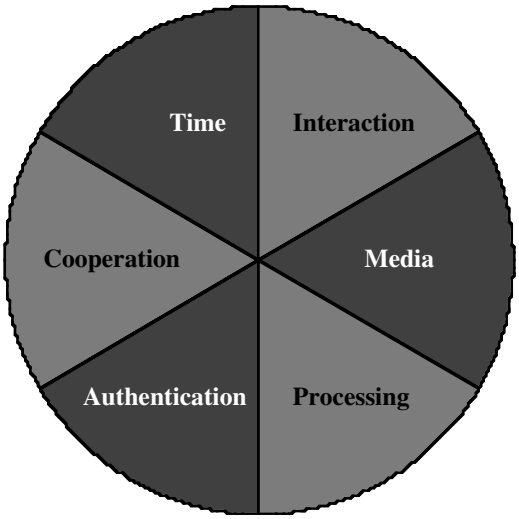

Figure 3. Les dimensions de l'espace de conception IMPACT

Avec l'espace de conception IMPACT (**I**nteraction, **M**edia, **P**rocessing, **A**uthentication, **C**ooperation, **T**ime), nous proposons une taxinomie des mécanismes de communication des systèmes de communication homme-machine-homme qui vise à satisfaire ces objectifs (figure 3).

IMPACT adopte une perspective système, et structure l'espace de conception suivant six dimensions: Interaction, Media, Processing, Authentication, Cooperation, Time. Cet espace donne un cadre d'analyse pour un service donné d'un système de communication homme-machine-homme.

Interaction caractérise le nombre d'utilisateurs qui peuvent être impliqués dans une communication. Cette dimension permet de clarifier les services réseaux nécessaires. Media indique le nombre et le type des médias de communication utilisés et permet d'exprimer des contraintes sur les possibilités du réseau. Processing exprime les traitements effectués sur les informations à communiquer. Cette caractéristique aide à préciser les services système requis et a des influences sur l'architecture logicielle. Authentication s'intéresse à l'authentification des utilisateurs et l'on peut en dériver des conséquences sur l'architecture globale du système. Cooperation indique les liens du système de communication avec un éventuel environnement CSCW. Enfin Time reprend en la précisant la dimension temps de la classification espace-temps.

Nous allons détailler chacune de ces dimensions et montrer comment elles peuvent être utilisées pour analyser des systèmes existants et guider des choix de conception.

- Interaction

Les valeurs possibles sur cet axe sont les suivantes : 1-1, 1-plusieurs, plusieurs-1, plusieurs-plusieurs.

La dimension interaction s'intéresse au nombre d'utilisateurs qui sont mis en communication par le système. Une interaction 1-1 met en communication un utilisateur-source et un utilisateur-destinataire. Notons que l'initiateur de la connexion peut éventuellement être un tiers, ou bien comme dans le mediaspace Cruiser [Fish 92] le système lui-même. Le téléphone ou le mail par exemple permettent des interactions 1-1. Une interaction 1-plusieurs met en jeu un utilisateur-source et plusieurs destinataires, comme le font les mailing-lists ou les forums tels UseNet News. L'interaction plusieurs-1 est une communication de plusieurs utilisateurs-sources vers un autre utilisateur. Un bon exemple de ce type d'interaction est fourni par l'accès World-Wide Web/mediaspace[1] du LRI : un utilisateur externe se connectant au serveur WWW du LRI voit les quatre images des utilisateurs du mediaspace. Enfin l'interaction plusieurs-plusieurs permet la communication de plusieurs utilisateurs-sources à la fois vers plusieurs utilisateurs-destinataires à la fois à l'intérieur d'un même groupe. C'est par exemple le cas des systèmes de vidéoconférence individuels à plusieurs participants, ainsi que celui du système Portholes [Dourish 92]. C'est aussi le cas de systèmes qui regroupent plusieurs communications et les envoient vers plusieurs destinataires. Les "digests" de mailing-lists en sont un exemple.

La dimension Interaction permet d'envisager certains choix de conception. Pour l'interaction 1-plusieurs par exemple, on peut réfléchir à l'utilisation d'un service multicast ou broadcast. Le choix entre les deux possibilités sera guidé par la dimension Authentication (utilisateurs identifiés pour le multicast, par exemple le mail ; utilisateurs non identifiés pour le broadcast, par exemple les news). Dans les cas plusieurs-1 et plusieurs-plusieurs, une information composite venant de plusieurs sources est transmise vers un ou plusieurs destinataires. On peut ici réfléchir à l'architecture globale du système et préférer un système centralisé à un système réparti.

- Media

La dimension Media précise le nombre de médias utilisés dans la communication et leurs types : texte, audio, vidéo, etc. Chacun des médias est caractérisé par un ensemble d'attributs indiquant : sa nature (continu/discret), sa synchronisation éventuelle avec un autre média, la bande passante qu'il requiert. Ces informations permettent d'exprimer les caractéristiques matérielles requises (bande passante souhaitée, donc type de réseau à mettre en œuvre) ainsi que des services logiciels requis (mécanisme de synchronisation, gestion des "flots" de données continues).

- Processing

La dimension Processing caractérise les traitements effectués sur l'information à communiquer. C'est ici que l'on indique par exemple si l'information va être communiquée sous forme analogique ou numérique, en particulier pour les médias

---

[1] `http://www-ihm.lri.fr/`

continus. C'est aussi ici que les services d'encodage et de compression doivent être pris en compte. D'autres types de traitements peuvent aussi être effectués et ce à différents niveaux dans l'architecture logicielle. Pour préciser ces types de traitements, nous dirons qu'un système de communication est *fidèle* si la sémantique des informations transmises n'est pas modifiée. En d'autres termes, les informations acquises et transmises par un système de communication ne seront pas traitées par le noyau fonctionnel du système. Par exemple, un système de vidéoconférence acquiert l'image et la transmet après encodage et compression. L'encodage et la compression sont en général des services du système qui ne modifient pas la sémantique de l'image capturée et donc ne nécéssitent pas de traitement au niveau du noyau fonctionnel. Un tel système de vidéoconférence est donc fidèle. En revanche, un système de communication vidéo développé à l'INA [Quéau 94] permet à un interlocuteur d'apparaître sous les traits d'un visage synthétisé : l'image capturée est analysée, les mouvements du visage sont détectés, puis le modèle qui en est déduit est transmis. Sur la station du destinataire, le modèle reçu est interprété et sert à l'animation de l'image synthétisée d'un visage. Dans ce dernier cas, il y a analyse et modélisation de l'image capturée par le noyau fonctionnel du côté émetteur, et interprétation et synthèse par le noyau fonctionnel du côté récepteur.

- Authentication

Les valeurs possibles pour cet axe sont : anonyme, identifié, identifié avec droits.

La dimension Authentication prend en compte l'identification des utilisateurs. Les utilisateurs d'un système peuvent ne pas identifiés : la lecture des news par exemple est anonyme. Le rédacteur d'un article des news poste sa contribution sans indiquer de destinataire autre qu'un groupe de news. En revanche, le mail nécessite une identification, à la fois de la source et du destinataire. Ces identifications permettront l'acheminement du message. Certains systèmes de communication font aussi intervenir des systèmes de droits liés à chaque utilisateur. Ces droits rajoutent au-dessus du mécanisme d'acheminement un mécanisme de contrôle d'accès. Le mediaspace RAVE [Gaver 92a] par exemple permet à chaque utilisateur de définir les droits qu'il donne aux autres utilisateurs de se connecter à sa station. La réalisation de ces systèmes de droits d'accès doit être considéré : le mécanisme de contrôle d'accès peut être vu comme une mini-base de données, et il convient de se demander si cette base de données doit être centralisée sur un serveur ou dupliquée ou encore répartie sur les stations des utilisateurs [Nigay 94].

- Cooperation

Les valeurs possibles sur cet axe sont : pas de lien, service pour le CSCW, intégration avec le CSCW.

L'axe Cooperation précise les relations possibles entre le système de communication homme-machine-homme et un éventuel système CSCW coexistant. La première possibilité est qu'il n'existe pas de lien entre les deux. C'est le cas courant des systèmes de vidéoconférence individuelle. Le système de communication peut aussi être un service pour le système CSCW. Dans ce cas, il peut soit être intégré dans le système d'exploitation, soit être fourni sous forme d'un composant logiciel interfaçable avec l'application CSCW. Dans quelques rares cas, l'outil de communication est entièrement intégré à l'application CSCW. C'est en général le cas lorsque l'application CSCW repose principalement sur la communication entre les utilisateurs et qu'elle ne peut être utilisée sans ce service de communication. C'est par exemple le cas du système ClearBoard [Ishii 92].

- Time

La dimension Time reprend en l'étendant et en la précisant la dimension temps de la classification espace-temps. Deux aspects temporels sont pris en compte : l'occurence et la durée de la communication [Nigay 94]. L'occurence indique quand la communication a lieu a partir du moment où elle est initiée par l'utilisateur. Les valeurs possibles sont : immédiate, dès que possible, différée. La durée de la communication peut prendre les valeurs suivantes : instantanée, finie, infinie. Une communication de durée instantanée correspond au transfert d'informations discrètes : l'envoi d'un mail par exemple peut être considéré comme instantané. La distinction finie/infinie (ou du moins potentiellement

infinie) est utile dans le cas de la transmission de médias continus : lorsqu'une connexion est de très longue durée, on pourra sans doute se satisfaire d'une qualité moindre, donc par exemple d'un débit vidéo plus faible. On notera que ces deux aspects temporels occurence et durée permettent de retrouver la distinction classique synchrone/asynchrone. Une communication synchrone a une occurence immédiate et une durée finie ou infinie. Une communication asynchrone a une occurence différée (éventuellement dès que possible) et une durée instantanée.

On remarque que l'espace de conception IMPACT ne reprend pas la dimension espace de la classification espace-temps. En effet, l'éloignement des utilisateurs n'a pas de véritable influence sur les mécanismes logiciels mais plus sur des aspects matériels (type de réseau) qui seront déterminés par la bande passante requise par les médias utilisés. L'éloignement des utilisateurs a aussi des conséquences sur l'usage du système : le délai des communications longue distance, les décalages horaires, les différences culturelles sont des aspects qui doivent être pris en compte dans la politique d'utilisation qu'implémente le système.

De façon plus générale, notre taxinomie ne s'intéresse qu'aux mécanismes à mettre en œuvre. C'est la politique d'utilisation du système ainsi que les services que l'on souhaite implémenter qui vont guider, en termes de besoins, la conception et la réalisation des mécanismes logiciels, et ceci pour chacune des six dimensions d'IMPACT.

CONCLUSION

Nous avons présenté IMPACT, un espace de conception pour les mécanismes des systèmes de communication homme-machine-homme. Cette taxinomie n'est sans doute pas exhaustive, mais permet d'envisager des problèmes de conception qui ne sont pas pris en compte par les taxinomies classiques du collecticiel. Il nous semble intéressant de travailler à l'extension de cette taxinomie au systèmes collecticiels en général. Ce pourrait être un support de réflexion pour un atelier à IHM.

REMERCIEMENTS

Ce travail a reçu le soutien financier du projet ESPRIT BRA 7040 AMODEUS 2. Nous tenons aussi à remercier le GT-SCOOP pour des discussions fructueuses.

REFERENCES

[Baecker 92] R.M. Baecker, D. Nastos, L.R. Posner, K.L. Mawby, *The user-centered iterative design of collaborative writing software*, Workshop on Real Time Group Drawing and Writing Tools, CSCW'92, Toronto, Octobre 1992.

[Derycke 94] A. Derycke, *Le CSCW au-delà de l'IHM : Taxinomie et dimension sociale*, Communication au groupe de travail GT-SCOOP, Lyon, Juin 1994.

[Dourish 92] P. Dourish, S.A. Bly : *Portholes : Supporting Awareness in a Distributed Work Group,* Proceedings of the CHI'92 Conference on Human Factors in Computing Systems, Monterey, 1992, p. 541.

[Ellis 91] C.A. Ellis, S.J. Gibbs, G.L. Rein, *Groupware: some issues and experiences*, Communications of the ACM, Jan 1991, v34 n1 p38.

[Fish 92] R.S. Fish, R.E. Kraut, R.W. Root, R.E. Rice : *Evaluating Video as a Technology for Informal Communications*, Proceedings of the CHI'92 Conference on Human Factors in Computing Systems, Monterey, 1992.

[Gaver 92a] W. Gaver, T.Moran, A. MacLean, L. Lövstrand, P. Dourish, K. Carter, W. Buxton : *Realizing a Video Environment: EuroPARC's RAVE System,* Proceedings of the CHI'92 Conference on Human Factors in Computing Systems, Monterey, 1992, p. 27.

[Grudin 94] J. Grudin, *CSCW: History and Focus*, IEEE Computer, May 1994, v27 n5 p19.

[Ishii 92] H. Ishii, M. Kobayashi, J. Grudin : *Integration of Inter-Personal Space and Shared Workspace: ClearBoard design and experiments,* Proceedings of the CSCW'92 Conference on Computer-Supported Cooperative Work, Toronto, 1992, p. 33.

[Karsenty 94] A. Karsenty, *GroupDesign: un collecticiel synchrone pour l'édition partagée de documents*, Thèse de Doctorat, Université Paris-Sud Orsay, février 1994.

[Nigay 94] L. Nigay, J. Coutaz, D. Salber, *Preliminary PAC Analysis of the ECOM Interface*, Document du projet AMODEUS 2 WP SM/IR4, mars 1994.

[Quéau 94] P. Quéau, *Conférence sur les mondes virtuels*, Grenoble, février 1994.