

LES COLLECTICIELS PEUVENT-ILS PRESERVER NOS COMPETENCES SOCIALES DE COLLABORATION?

UNE TENTATIVE DE RÉPONSE : LA COLLABORATION DIRECTE

Stéphane Sire, Stéphane Chatty

Centre d'Études de la Navigation Aérienne
7, avenue Edouard Belin
31055 Toulouse Cédex
{sire, chatty}@cena.dgac.fr

Résumé — *Les systèmes d'aide à la collaboration, ou collecticiels, reposent souvent sur des procédures rigides afin d'assurer la coordination entre les utilisateurs. Ils ne prennent pas en compte la capacité naturelle des humains à se coordonner. Avec la collaboration directe, nous proposons de revoir le rôle de l'ordinateur et d'en faire un véritable média de collaboration permettant de réutiliser ces aptitudes sociales.*

Mots clés — *informatique, interfaces, IHM, collecticiel, TCAO, communication, coordination, médias*

Introduction

Les collecticiels, environnements informatiques permettant de favoriser la collaboration dans un groupe et de partager un environnement commun, sont l'objet de recherches actives depuis plus de dix ans. A la croisée des interfaces homme-machine, du multimédia et de l'Internet, ils possèdent leurs propres conférences internationales. Poussés en cette fin de siècle par le passage à la société de l'information, les collecticiels se banalisent comme moyen d'échange de l'information et de travail de groupe.

L'idée d'utiliser les ordinateurs pour aider les humains à collaborer remonte au moins à la fin des années 50, avec l'invention de la notion de document hypertexte et hypermédia, par Ted Nelson et Douglas Englebart et la description de son utilisation pour créer une véritable intelligence collective dans les organisations. Depuis, l'adoption d'outils tels que le courrier électronique ou les forums de discussion a modifiée nos manières de travailler. Cependant, ces systèmes ne représentent qu'une partie des outils de communication médiatisée. Hormis pour le dialogue en temps-réel, ils reposent sur des échanges de messages relativement lents, et principalement textuels. Les relations qu'ils créent entre individus, même si elles permettent de constituer de véritables communautés virtuelles, ne sont pas assez fortes pour remplacer le contact direct entre personnes situées dans un même lieu.

D'autres types de collecticiels existent pour les situations nécessitant un plus fort couplage entre participants. C'est le cas des négociations commerciales où l'influence directe entre personnes est essentielle. De même le contrôle aérien demande un haut niveau de sécurité et des opérateurs bien coordonnés [Chatty 1996a]. Dans ce cas les recherches sur le travail collaboratif assisté par ordinateur (ou TCAO) proposent des outils basés sur des protocoles de communication informatiques permettant de synchroniser des applications pouvant être situées à des milliers de kilomètres, et de transmettre de la voix ou de la vidéo sur les mêmes réseaux. Par exemple les éditeurs partagés permettent à plusieurs personnes de travailler

simultanément sur un même document, texte ou dessin. De même les agendas partagés permettent à un groupe de personnes de mettre en commun leurs emplois du temps. Cependant l'utilisation de ces systèmes semble moins répandue. Lorsque les coûts et les bénéfices résultant de l'adoption de ces nouvelles technologies ne sont pas partagés équitablement entre leurs utilisateurs, ceux-ci refusent parfois de les utiliser [Grudin 1990].

Une autre limite à l'utilisabilité des collecticiels provient des modifications qu'ils apportent à la nature de la collaboration. D'après notre analyse ces modifications sont dues à une séparation trop nette entre les aspects techniques et les aspects sociaux de l'utilisation des collecticiels. Les deux domaines se recouvrent en effet sur le terrain de l'application de protocoles de coordination, qu'il s'agisse des normes sociales habituellement mises en œuvre ou inventées par les membres d'un groupe, ou des procédures imposées par les concepteurs des collecticiels. Ces procédures sont nécessaires pour résoudre les contraintes techniques liées à la connexion entre elles des applications et au partage des données. Mais ces procédures sont aussi parfois introduites pour remplacer des communications en face à face ou au téléphone, ou pour remplacer la circulation de documents en papier par des données informatiques.

Le problème consiste donc à concevoir des interfaces pour les collecticiels qui, tout en intégrant les contraintes techniques de leur fonctionnement, n'appauvrissent pas trop la qualité des relations entre les utilisateurs.

Dans une première partie, nous montrons que l'utilisation des collecticiels actuels se caractérise par des manipulations supplémentaires et par le recours à des protocoles de coordination rigides. Dans la seconde partie, nous analysons intuitivement quelques moyens mis en œuvre par les humains pour se coordonner lorsqu'ils n'utilisent pas des collecticiels. Ensuite, avec le concept de collaboration directe, nous proposons de concilier les deux mondes en reconsidérant le rôle de l'ordinateur dans la collaboration. Afin de concevoir des interfaces homme-machine adaptées au travail de groupe, nous proposons trois règles em-

piriques pour concevoir des interfaces. Cette approche est illustrée par quelques maquettes d'outils dans la dernière partie de l'article.

1. Aspects techniques de la collaboration avec les outils de TCAO

La collaboration avec les collecticiels s'effectue à l'aide de différents types d'applications informatiques pour couvrir tous les besoins. Cette spécialisation est le fruit de plusieurs courants de recherche ainsi que de l'évolution technique. Après une présentation de ces courants de recherche, nous montrons quelques uns des protocoles explicites introduits par les collecticiels à l'aide de quelques exemples.

1.1. Des applications spécialisées

Les collecticiels sont définis comme étant des systèmes techniques visant à favoriser la collaboration dans un groupe et à partager un environnement commun. Un des premiers réflexes pour concevoir de telles applications a été d'établir une typologie des groupes, pour créer des outils adaptés à chaque groupe.

1.1.1 Classification Espace-Temps

La classification espace-temps des collecticiels distingue les groupes suivant deux dimensions [Ellis 1991]. La dimension spatiale permet de distinguer les groupes où les personnes travaillent dans le même lieu, et ceux où les personnes peuvent être séparées. La dimension temporelle distingue les groupes où les activités collaboratives ont lieu en même temps, on parle alors de travail synchrone, de celles où chacun peut participer à des moments différents, on parle alors de travail asynchrone.

La rédaction d'un document par plusieurs personnes simultanément est considérée comme une activité synchrone, tandis que les forums de discussions sont asynchrones. La distinction suivant la dimension temporelle ne repose pas uniquement sur l'observation de l'activité des groupes. Elle résulte également des différentes techniques de transmission de données utilisées par les applications qui n'ont pas les mêmes contraintes dans les deux cas. Cependant, cette séparation peut paraître artificielle si l'on considère l'activité d'une personne comme se déroulant sur plusieurs plans en même temps. En effet, une activité synchrone peut se transformer en activité asynchrone si elle passe dans l'arrière-plan de l'activité. Par exemple il est toujours possible de "geler" une conversation au cours d'un dialogue en ligne pour y revenir par la suite. Ce type de comportement est simplifié si l'application de dialogue conserve les derniers messages arrivés, de façon à retrouver les échanges des autres participants lorsque l'on revient après une absence. Nous voyons ici que les contraintes assignées (synchrone) n'empêchent pas un usage asynchrone (récupération des messages passés). D'autres exemples suggèrent que la transition synchrone/asynchrone, qui peut aussi être vue comme une transition entre le premier plan et l'arrière plan de l'activité, ne nécessite pas seulement de changer d'application mais nécessite également de recourir à quelques artefacts pour faciliter les transitions, comme l'historique des conversations dans le cas du dialogue en ligne.

1.1.2 Classifications Fonctionnelles

Un deuxième courant de recherche s'est basé non pas sur une typologie des groupes, mais sur une typologie du partage. Suivant qu'il s'agisse de partager les "personnes" ou bien les objets du domaine de la tâche, ce courant distingue l'espace des personnes de l'espace de production [Buxton 1992]. Cette distinction sert ensuite à introduire différents types d'applications pour favoriser la mise en commun de l'un ou de l'autre de ces espaces. Les applications qui permettent de partager l'espace des personnes sont notamment les médiaspace [Mantei 1991] qui créent une continuité entre des lieux séparés à l'aide de connexions vidéos et de liaisons sonores. Les applications qui permettent de partager l'espace de production où sont produits en commun des artefacts (texte, dessin, etc.) sont les éditeurs partagés [Karsenty 1994].

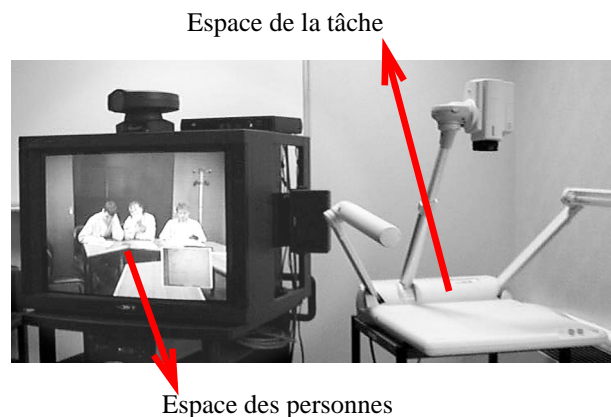


Figure 1: Différents espaces partagés

La figure 1 illustre la co-existence de ces deux espaces sur un équipement de vidéoconférence classique: écran et banc de numérisation vidéo. L'espace des personnes est retransmis par la caméra au-dessus de l'écran; il permet de visualiser les attitudes et les postures individuelles. Dans le cas d'une réunion autour d'une même table il permet par exemple de connaître le point d'attention d'une personne en suivant la direction de son regard. Le banc de numérisation, à droite, permet de projeter à distance l'image des documents qui sont déposés et annotés dessus; ces documents directement liés au sujet de la réunion sont des attributs directs de la tâche en cours d'accomplissement. A ce titre ils font partie de l'espace de la tâche. De même si la caméra est utilisée pour filmer le tableau où un participant écrit, le contenu du tableau entre à son tour dans l'espace de la tâche. Une des difficultés d'utilisation de l'équipement de vidéoconférence consiste justement à jongler entre l'espace des personnes et l'espace de la tâche, le même écran servant à visualiser les deux à distance, en alternance, ou bien éventuellement en incrustant une deuxième image dans la première. Certains travaux étudient des moyens de fusionner ces deux espaces, par exemple en superposant les deux images. Cette technique est exploitée dans le système Clearboard [Ishii, 1992] qui permet de travailler avec son partenaire distant comme s'il se trouvait derrière une vitre sur laquelle il est possible d'écrire (au détail prêt que l'image du partenaire distant est inversée par une transformation miroir afin de garder l'orientation entre les deux espaces).

Cette typologie a été récemment enrichie d'un troisième espace, l'espace de coordination. Le nouveau modèle qui en résulte, dit modèle du trèfle fonctionnel [Salber 1995], décompose la collaboration en trois types d'activités:

- la communication entre humains,
- la production commune d'artefacts
- la coordination [Malone 94].

Les deux premiers types d'activités se déroulent respectivement dans l'espace des personnes et dans l'espace de la tâche. Ce modèle permet de mieux comprendre la destination des différentes technologies employées dans un collecticiel, et de concevoir ceux-ci en fonction d'une modélisation de l'application suivant ces trois dimensions. La coordination désigne l'activité par laquelle les utilisateurs s'attribuent des tours de parole en face à face ou évitent de modifier simultanément les mêmes endroits d'un tableau noir ou d'un document. Dans le collecticiel, ces mêmes activités sont nécessaires pour éviter les conflits d'accès aux données partagées comme les documents manipulés en commun, par exemple.

La tendance à créer des collecticiels spécialisés pour couvrir chacune des dimensions des classifications a donné naissance à de nombreuses applications. Dans le même temps elle a introduit des discontinuités dans l'environnement des utilisateurs lorsqu'il s'agit d'enchaîner l'utilisation de ces outils. Le modèle du trèfle fonctionnel présente l'avantage d'envisager à la fois toutes les dimensions lors de la création d'une seule application et de minimiser ainsi les discontinuités. D'autre part avec la notion de coordination, il offre une grille d'analyse qui va nous permettre de mieux caractériser les modifications apportées à la nature de la collaboration.

1.2. Des protocoles explicites

Dans le cas de l'édition partagée la composante de coordination est introduite matériellement dans le système sous forme d'algorithmes et d'objets à manipuler qui permettent d'éliminer les conflits d'accès. L'exemple ci-dessous illustre les conséquences de ces dispositifs en terme de protocoles imposés aux utilisateurs.

1.2.1 Exemple d'un éditeur partagé

Considérons deux personnes, Julie et Sébastien, désirant rédiger un document en commun en utilisant un éditeur de texte partagé. Après éventuellement un échange de courrier électronique au cours duquel ils auront convenu d'une heure, ils devront établir une connexion entre leurs deux traitements de texte. Pour établir ce rendez-vous, une première coordination sera nécessaire pour décider de qui devra lancer le serveur, le programme informatique qui attend la connexion de l'autre participant. Pour éviter cette étape à Julie et Sébastien, qui ne connaissent rien en informatique, les concepteurs de collecticiels ont inventé une notion plus intuitive, celle de *session*. La question précédente consiste alors à décider de qui doit créer la session. Qu'elle soit intégrée ou non à leur traitement de texte, la création de cette session demandera à Julie quelques manipulations des menus du gestionnaire de session. Ensuite, elle devra attendre que Sébastien, fidèle à son rendez-vous, interroge son gestionnaire de session pour savoir si Julie l'a bien créée, puis rejoigne la session toujours à l'aide de quelques manipulations de menus. Elle peut aussi lui envoyer une invitation à participer qui

s'affichera par exemple sous forme d'une boîte de dialogue sur l'écran de Sébastien.

Ce système de sessions se trouve dans les boîtes à outils de construction de collecticiels telle que Groupkit [Roseman 1992]. La gestion des sessions est prise en charge par des serveurs spécialisés qui peuvent ainsi gérer et propager les listes d'adresses électroniques des applications des participants, soulageant les logiciels traitant des documents (tableau partagé, éditeur de notes, etc) de cette tâche. Cette méthode a pour inconvénient de représenter les sessions par des entités séparées des données partagées. Pour notre exemple, il se peut ensuite qu'avec certains systèmes Julie doive importer dans la session le fichier avec lequel elle veut travailler. Dans le cas le pire, cette opération s'effectue seulement si le fichier a été ouvert au préalable, ajoutant autant de manipulations.

Maintenant Julie et Sébastien sont connectés, avec la fenêtre partagée montrant leur document affiché chez chacun d'entre eux. On peut se demander ce qui arrivera au texte du document s'ils modifient tous les deux le même mot en même temps. Dans ce cas, pour assurer une mise à jour identique du texte chez chacun, un algorithme particulier assurera l'exécution dans le même ordre des modifications sur chaque site. Ainsi, si Sébastien efface le mot "communication" (voir la figure 1) tandis que Julie le remplace par le mot "discussion", le résultat final sera soit le remplacement, soit la suppression, mais sera identique dans les deux versions du texte. Le prix à payer pour maintenir une certaine cohérence du texte est donc une certaine forme d'indéterminisme, du point de vue de Julie ou de Sébastien, lorsqu'ils modifieront simultanément le même texte. Il s'agit d'une illustration du problème très général de l'accès concurrent aux données partagées.

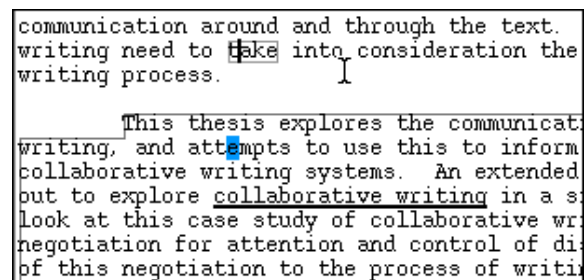


Figure 2: contrôle d'accès dans un éditeur partagé

Un premier type de solution pour éviter les conflits d'accès consiste à réserver le droit d'effectuer certaines modifications uniquement à des personnes dont on est sûr qu'elles ne l'utiliseront pas simultanément. Pour identifier ce droit, on donne un rôle à la personne concernée. Par exemple, lorsqu'elle a créé la session, Julie aurait pu décider d'être rédactrice, tandis qu'elle réservait à Sébastien le rôle de relecteur ne pouvant pas modifier le texte mais seulement le lire. Pour inverser les rôles, il faudrait soit terminer la session puis recommencer une nouvelle, soit ajouter un mécanisme d'échange de rôle dans le traitement de texte. La notion de rôle est souvent employée. L'attribution automatique des rôles par le système en fonction du contexte des utilisateurs est une des méthodes employées pour rendre plus souple l'attribution des rôles.

Un deuxième type de solution pour éviter les conflits d'accès consiste à ajouter dans l'interface des objets spéciaux dont la manipulation permet d'assurer à Julie ou à Sébastien l'exclusivité des modifications du texte à un moment donné. Le plus souvent ces objets sont une représentation graphique des algorithmes distribués employés. Par exemple s'il s'agit d'un algorithme à jeton, la possession du jeton peut-être représentée par un bouton ou une poignée de sélection qu'il faut d'abord activer pour pouvoir modifier la donnée partagée [Brinck 1993]. Le jeton est un peu comme un rôle (celui de rédacteur par exemple) qui n'est attribué à personne jusqu'à ce qu'il soit réclamé par quelqu'un. Ensuite, le jeton reste en possession de la personne l'ayant réclamé, jusqu'à ce que celle-ci le relâche. Lorsqu'on utilise plusieurs jetons pour contrôler des objets différents on parle plutôt du *verrou* associé à l'objet. La figure 2 montre l'interface de l'éditeur partagé Calliope [Mitchell 1996] lorsque Sébastien et Julie éditent simultanément une même zone de texte. Julie a pris le contrôle du mot 'take', entouré par un rectangle gris représentant un verrou, tandis que Sébastien a pris le contrôle de tout le second paragraphe (entouré également d'un cadre gris). Ces opérations sont accessibles par un menu déroulant. Les zones de texte entourées de rectangles gris ne sont modifiables que par la personne qui en a demandé le contrôle.

1.2.2 Exemple d'un dialogue par formulaire

D'autres protocoles sont aussi employés pour remplacer les canaux de communication traditionnels entre humains. Par exemple la parole peut être considérée comme une ressource partagée. L'attribution des tours de parole entre plusieurs personnes devient alors un problème d'accès concurrent qui peut être géré par un clic de la souris. Les systèmes où les conversations des utilisateurs ont été analysées au préalable, puis reproduites sous la forme de boîtes de dialogue, appartiennent à cette catégorie. Une conversation orale est remplacée par l'envoi d'une ou plusieurs boîtes de dialogue contenant des formulaires prédéfinis, voire même un choix restreint de réponses possibles. La réponse à une boîte, donnée en cliquant sur un bouton, après remplissage éventuel de certains champs, provoque la poursuite du dialogue.

La figure 3 donne un exemple imaginaire de cette approche en remplaçant par des boîtes de dialogue les conversations téléphoniques auxquelles ont parfois recours les contrôleurs aériens avant de modifier le niveau de vol d'un avion. La dernière section de l'article présente d'autres solutions plus réalistes.



Figure 3: Peut-on négocier avec une boîte de dialogue?

Contrairement aux canaux de communication traditionnels comme la voix, le face à face ou même l'écrit, les moyens de communication électroniques textuels laissent bien moins aux utilisateurs la possibilité de personnaliser

leur messages. Ils rétrécissent la bande passante disponible pour s'échanger des informations concernant l'attitude à adopter face au message communiqué. Il en résulte une perte de contexte qui va dans le sens de l'adoption de comportements plus stéréotypés.

Les protocoles conçus pour résoudre des problèmes de contrôle d'accès (les rôles, les verrous), de déploiement (les sessions), ou encore pour remplacer des canaux de communications (les formulaires) modifient la nature de la collaboration. Ils introduisent de nouveaux protocoles ou rendent explicites les protocoles existants. Une autre modification apportée par les collecticiels provient de la représentation même de l'ordinateur que se font les utilisateurs au cours d'une activité collaborative.

1.3. L'ordinateur intermédiaire

L'ordinateur dans les collecticiels n'est pas un canal de communication transparent pour les humains. Vu par les utilisateurs, l'ordinateur est un intermédiaire dans la langue duquel ils doivent d'abord traduire leurs intentions avant de les communiquer. Cette traduction nécessite des manipulations et des déformations des messages qui font de l'ordinateur un médiateur entre les humains. Les manipulations imposées par les protocoles informatiques de coordination, que ce soit pour définir des entités abstraites comme les rôles ou les sessions, ou pour garantir l'accès comme les verrous, ne sont pas en eux-même porteurs de sens pour les utilisateurs. Elles sont subies comme des contraintes n'offrant rien en échange.

La situation actuelle du collecticiel est comparable à celle des interfaces mono-utilisateurs en 1983, lorsque pour interagir avec une application il fallait passer par l'apprentissage de langages de commande complexes. A cette époque la notion de manipulation directe a permis d'envisager des moyens plus souples pour interagir avec les applications [Shneiderman 1983]. Ces moyens sont basés sur la manipulation d'objets graphiques figurant métaphoriquement les concepts du monde de l'application et reflétant son état et ses évolutions en continu. Ainsi le recours à tous les intermédiaires, langages de commande, mais aussi boîtes de dialogues ou menus, peut être évité.

Avant de proposer d'autres moyens pour concevoir des interfaces pour le travail de groupe, nous examinons de manière intuitive quelques moyens mis en œuvre dans le monde physique pour simplifier la coordination entre humains.

2. Aspects sociaux de la collaboration

Au contraire des protocoles explicites utilisés dans les collecticiels, la coordination sans les collecticiels est rarement l'objet d'une formulation explicite. En reprenant les dimensions du trèfle fonctionnel, nous suggérons dans cette section que la coordination s'obtient par la communication entre les personnes. Lorsque des protocoles sont nécessaires, ils sont inscrits dans des objets pouvant circuler et être modifiés au même titre que les objets de l'espace de production.

2.1. Les normes sociales

Les normes sociales sont des comportements intériorisés par les individus. Ils sont adoptés au cours de certaines situations collectives déclenchées par l'échange d'indices implicites. Par exemple il a été observé que les applaudissements d'un auditoire peuvent être corrélés à l'utilisation de certaines formes rhétoriques du discours de l'orateur [Bull 1990]. L'ouverture d'une conversation téléphonique est un autre exemple de situation très ritualisée. Les mots échangés préalablement au dialogue véritable servent à s'assurer de la qualité de la relation ainsi engagée et déterminent les modalités de sa poursuite ou de son interruption.

Dans le monde physique, chacun met en œuvre consciemment ou non des normes sociales sans recourir nécessairement à des intermédiaires spécialisés comme dans le cas des conduites dictées par les collecticiels. Dans sa forme la plus élaborée, la coordination devient même la politesse. C'est ainsi qu'il est possible d'éviter les autres en marchant, ou de faire confiance aux autres pour ne pas fouiller et laisser sens dessus-dessous un tiroir personnel. Les règles de la communication permettent d'éviter les conflits, mais également de créer des conflits lorsque la situation l'exige. Par exemple même s'il est impoli de brandir la feuille sous le nez d'une personne, ceci peut s'avérer nécessaire pour attirer son attention en cas d'urgence. Les études sur la communication en face à face montrent également que la direction du regard et les postures corporelles permettent de simplifier l'attribution des tours de parole et d'interpréter les messages communiqués. La parole elle-même peut servir à justifier des actes éventuellement perçus comme intrusifs et éviter les conflits. Ceci suggère que dans la vie réelle, *la communication ne peut pas être dissociée de la coordination*.

2.2. Les objets de coordination

Lorsque les normes sociales ne permettent pas d'indiquer la conduite à suivre pour assurer la coordination d'un groupe, celui-ci peut utiliser des intermédiaires qui le forcent à adopter certains comportements. Par exemple il existe à Berlin une clé conçue pour forcer l'habitant d'un immeuble à verrouiller systématiquement la porte de l'immeuble [Latour 1993]. Cette clé possède un deuxième panneton décalé par rotation de 180°. Une fois introduite dans la serrure et la serrure déverrouillée, la clé ne peut être retirée qu'en lui faisant traverser la serrure et en lui imprimant à nouveau une rotation dans le sens inverse, ce qui a pour effet de reverrouiller la porte. Cette clé et la serrure spéciale qui lui correspond offrent une alternative au système de portier électronique.

2.2.1 Systèmes de représentation

Contrairement aux intermédiaires utilisés dans les collecticiels, comme les verrous, ceux du monde physique ne sont pas distincts des objets manipulés dans l'environnement partagé. Ils appartiennent au même système de représentation que ceux-ci. Avec la clé de Berlin, le "protocole de la porte toujours verrouillée" est directement inscrit dans l'objet initial. Il ne nécessite pas l'apprentissage d'un code par les utilisateurs comme c'est le cas avec les portiers électroniques. Son système de représentation reste celui des clés.

D'autre part les objets s'échangent et font l'objet de références dans l'espace de communication des utilisateurs. Ils peuvent être détournés de leur usage si celui-ci ne convient pas. En considérant encore une fois l'exemple des clés, si je suis absent du bureau et que j'ai laissé un document important enfermé dans un tiroir, je peux toujours téléphoner à un collaborateur et lui indiquer où est cachée la clé afin qu'il puisse récupérer ce document pour moi.

2.2.2 Pouvoir de suggestion

La traduction des protocoles sous forme d'objets restant dans le même système de représentation est une économie d'apprentissage. Elle permet aussi d'utiliser le pouvoir de suggestion des objets. Ce pouvoir symbolique, à l'image des attributs associés aux fonctions sociales des individus (habillement, accessoires, utilisation de l'espace environnant, etc) permet d'associer des comportements et des responsabilités aux objets.

Par exemple, dans le contrôle aérien, l'appropriation des avions par les contrôleurs passe par la transmission d'un objet particulier appelé "strip" [Poirot-Delpech 1995]. Le strip est une bande de papier imprimée pour chaque avion traversant le secteur aérien sous la responsabilité d'un contrôleur. Les strips matérialisent les avions présents, et confèrent en quelque sorte le droit de modifier le plan de vol de l'avion au contrôleur qui le détient. L'impression du strip papier sur le poste d'un contrôleur (ainsi que d'autres événements) lui permet d'intérioriser effectivement la prise en compte de l'avion. Par la suite nous appellerons ce type d'objet un *objet de coordination*.

Les objets de coordination confèrent implicitement un rôle à celui qui les détient. Ceci suggère que dans la vie réelle, *la production et la manipulation des objets produits ne peuvent pas être dissociés de la coordination*.

2.2.3 Pouvoir d'abstraction

Le pouvoir de représentation des objets de coordination ne se limite pas à servir de substitut pour d'autres objets hors de portée, comme les avions. Ils peuvent aussi incarner des concepts abstraits, à l'image du marteau du commissaire priseur qui lui permet de clore une enchère.



Figure 4: Une communication peut s'échanger sans définir de session

Lorsque les entités abstraites sont des relations entre individus, comme des conversations téléphoniques, l'échange des objets de coordination permet de faire évoluer le cercle des participants. Par exemple le combiné téléphonique de la figure 4 qui passe de la main à la main transmet la conversation sans définir formellement de "session". L'échange et la circulation d'objets de coordination est un moyen d'impliquer les individus dans l'activité du groupe [Levy 1998].

2.3. Les modalités

Dans la communication parlée, un même énoncé peut prendre différentes significations suivant le contexte de sa production. De simples variations d'intonation peuvent transformer un ordre en supplication, ou bien une affirmation en interrogation. La prosodie dans ce cas différencie la valeur de l'énoncé. D'autres éléments permettent de jouer sur les effets produits par les énoncés [Austin 62]. Similairement la manipulation des objets est sujette à des variations porteuses de signification. Elle influence le déroulement de la collaboration. Une porte fermée doucement ou bien claquée violemment ne présage pas des mêmes relations futures...

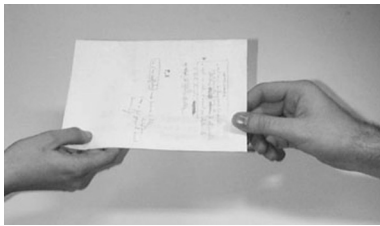


Figure 5: *Echanger un document de la main à la main peut se faire de multiples manières*

Une notion semblable à la richesse d'un média (fonction proportionnelle à la possibilité donnée aux utilisateurs de personnaliser leurs messages) peut s'appliquer à la richesse d'une action. Par exemple les figures 5 et 6 montrent différentes manières de transmettre un document. Nous appelons modalité de l'action la façon dont celle-ci est conduite. A chaque modalité sont associées des caractéristiques comme la durée, l'amplitude du geste, etc, un peu à l'image de la prosodie par rapport à la communication parlée. Le choix des modalités dépend des utilisateurs, de leurs relations, du contexte en cours de la collaboration. Le monde physique se caractérise par un grand choix de modalités, que les personnes soient présentes simultanément ou non.



Figure 6: *L'espace est aussi un moyen de communiquer de l'information implicite*

Certaines modalités dépendent de l'utilisation de l'espace. L'utilisation de l'espace est une variable que l'on retrouve dans toutes les cultures en ce qui concerne le choix de la distance à laquelle se tenir pour communiquer, ou la disposition des objets et l'architecture [Hall 66]. Par exemple si une personne est absente de son bureau, le choix d'un endroit où lui déposer un document est porteur d'in-

dices qui lui permettront d'interpréter l'urgence ou l'attention à porter à ce document, qu'il soit posé sur son siège, sur le clavier, sur le téléphone, ou bien sagement sur une pile ordonnée d'autres documents.

Au travers de quelques considérations sur les aspects sociaux de la collaboration, nous venons de voir que la coordination est partie intégrante de l'utilisation des moyens de communication et qu'elle dépend des objets de l'espace de production. De plus avec la notion de modalité il est possible de reformer métaphoriquement le trèfle pour affirmer que *la production et la manipulation des objets produits ne peuvent pas être dissociés de la communication*.

Les paragraphes suivants proposent une synthèse sur la collaboration avec et sans les collecticiels.

3. La collaboration directe

Les différences entre la collaboration avec et sans les collecticiels sont analysables par rapport à la manière dont la facette de coordination du trèfle fonctionnel est appliquée. En reprenant les concepts introduits dans la partie précédente de norme, d'objet et de modalité, cette partie introduit la notion d'équilibre de la collaboration. La collaboration avec les collecticiels apparaît alors comme un équilibre particulier. Nous suggérons aussi qu'en déplaçant cette équilibre il est possible d'obtenir une *collaboration directe* entre utilisateurs.

3.1. Equilibre de la collaboration

La figure 7 présente trois facettes parmi lesquelles les individus peuvent choisir leurs comportements. Le choix d'une norme de conduite permet de donner un cadre interprétatif aux actions et aux communications. Dès lors que ce choix est reconnu par tous, il permet de simplifier la compréhension et la prévision du comportement des autres. Par exemple si l'on se place dans la norme d'une conférence, il est vraisemblable que les conférenciers présentant leur article vont tous être amenés à monopoliser la parole pendant un temps déterminé suite auquel ils répondront aux questions des personnes leur faisant face. Des mécanismes spécifiques de la communication permettent de s'échanger des informations sur les normes de conduite adoptées [Muchielli 98].

L'individu agissant au sein d'une norme choisit les objets qu'il manipule en fonction des actions qu'il cherche à effectuer, mais également en fonction des effets qu'il souhaite produire sur les autres. Par exemple, au cours d'une réunion en face à face, un dessin effectué dans l'angle d'une feuille, au milieu d'une page blanche ou bien sur un tableau blanc ne produira pas les mêmes effets sur les participants. Le choix de l'objet servant de support au dessin est partie intégrante de l'interaction. Les objets et la manière dont ils sont manipulés, ou modalité, sont difficilement dissociables. Toujours avec l'exemple du dessin, si celui-ci est griffonné distraitemment pour appuyer une explication, ou s'il est soigneusement exécuté pour être conservé dans les comptes-rendus de la réunion, les gestes seront plus ou moins rapides, plus ou moins précis.

Réciproquement, l'individu perçoit le groupe à travers les mêmes facettes. Le style et la qualité du travail de groupe dépend du poids accordé à chacune des facettes de la fi-

gure 7. Si les normes dominent, la collaboration sera perçue comme protocolaire ou rigide. Dans les situations où les objets sont au cœur de l'attention, elle devient instrumentale. C'est le cas de la collaboration technique autour d'une machine comme par exemple la réparation d'un moteur. Lorsque l'influence entre les personnes est importante, comme dans les situations de négociation commerciale, les modalités employées peuvent devenir décisives.

L'interaction entre l'individu et le groupe est un équilibre sans cesse modifié par les changements de l'environnement. L'arrivée d'un nouvel outil peut modifier la répartition des rôles et modifier les normes adoptées. De même l'invention d'une nouvelle modalité peut se propager et devenir une façon standard de travailler. Sur la figure 7 ces modifications sont représentées par des flèches horizontales.

Avec les collecticiels cet équilibre est souvent déplacé vers l'application de normes qui deviennent même des protocoles explicites voire des procédures informatiques incontournables comme l'a illustré la première partie de l'article. D'autre part les collecticiels offrent souvent un choix limité de modalités pour agir et un choix limité de modalités de communication. A l'inverse la collaboration sans les collecticiels repose davantage sur des objets qui servent à assurer une coordination implicite, et sur un choix toujours varié de modalités comme l'a illustré la deuxième partie de l'article. Les normes sociales employées dans le monde physique sont rarement explicitement mentionnées mais sont inscrites dans les autres facettes.

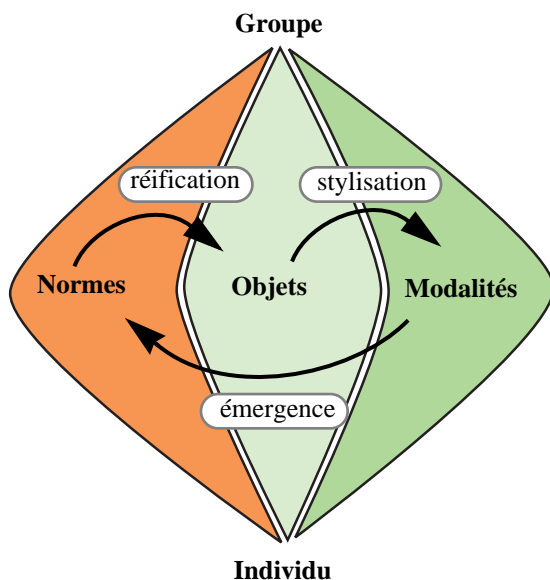


Figure 7: La collaboration comme interaction entre l'individu et le groupe

Pour posséder la même capacité d'adaptation que les environnements humains, les collecticiels devraient permettre aux utilisateurs d'inventer leurs propres objets (réification) et de choisir les modalités à leur appliquer ou d'en inventer (stylisation). Un tel environnement devrait favoriser l'émergence de nouvelles conventions mises en

place par les utilisateurs eux-mêmes pour se coordonner. C'est ce que nous appelons la *collaboration directe*.

3.2. Coordination implicite

Dans un environnement à collaboration directe, l'ordinateur ne doit plus être perçu comme un intermédiaire qui impose des normes de conduite, mais comme un véritable média. Pour cela, lorsque des artefacts sont nécessaires pour assurer la coordination, ils doivent ressembler davantage aux objets de coordination du monde physique.

D'une certaine manière la coordination dans le monde sans les collecticiels est invisible, ou encore *implicite*. Elle est seulement observable à travers ses effets sur l'environnement. Ces effets sont eux-mêmes perceptibles à travers les transformations et la circulation des objets de coordination. Sans aller cependant jusqu'à comparer le déroulement d'un protocole de coordination à l'exécution d'une sorte de programme informatique parallèlement à l'évolution du programme de travail, on peut considérer que les objets de coordination rendent visible le déroulement du protocole de coordination [Schmidt 96]. Celui-ci peut alors rester implicite et ne détourne pas l'attention des utilisateurs du véritable objet de leur collaboration.

3.3. Coordination et conscience mutuelle

Pour se coordonner de manière implicite, les utilisateurs doivent être en mesure d'identifier dans les actions des autres et dans les modifications de l'environnement les signaux qui leur demandent un changement de comportement. Transmis à distance par les collecticiels, ces indices constituent la *conscience mutuelle* [Dourish 92].

Cependant la conscience mutuelle est souvent conçue de manière passive comme étant une reproduction à distance des événements et des actions d'un utilisateur. Cette reproduction est éventuellement simplifiée ou stéréotypée pour des raisons de performances. Par exemple dans un éditeur de dessins partagé, un objet en cours de déplacement par un utilisateur est affiché chez les autres avec une icône particulière au dessus, toujours en position initiale. Il est à nouveau affiché normalement à sa nouvelle position lorsque le déplacement est terminé. Une animation simulant le déplacement entre la position initiale et la position finale permet de rejouer une version simplifiée du déplacement à l'issue de celui-ci [Beaudouin-Lafon 1992]. Ce type d'effet permet de reproduire une partie de l'action tout en filtrant certains indices sur la manière dont l'action a été exécutée. Dans certains cas pourtant ce type d'indice est également intéressant et peut servir de moyen de communication, par exemple en exagérant l'amplitude du mouvement de l'objet pendant son déplacement pour attirer l'attention des autres...

Lorsque la capacité de l'ordinateur ne permet pas de transmettre la richesse des interactions humaines, la collaboration directe suggère de maintenir cependant un certain choix et un certain contrôle sur les indices de conscience mutuelle qui sont transmis par rapport à l'action effectuée. Cette *conscience mutuelle active* peut par exemple se traduire par le choix des objets et des modalités utilisés pour effectuer la même action.

4. Règles pour concevoir des interfaces à collaboration directe

Cette partie présente trois règles pour concevoir des interfaces à collaboration directe. Pour que l'équilibre de la collaboration avec les collecticiels repose moins sur des procédures rigides, nous proposons d'enrichir les possibilités de communication offertes par l'environnement de travail. L'étude précédente propose quelques pistes à suivre: rendre plus accessibles les moyens de communication traditionnels, recourir à des objets de coordination adaptés et conserver un nombre élevé de modalités.

4.1. Règle de fusion

A l'image de la clé de Berlin, les objets de coordination sont d'autant plus simples à manipuler qu'ils restent dans le même système de représentation que les objets de l'espace de production. Si plusieurs systèmes de représentation coexistent, notre première règle est de:

R1 : fusionner ou bien créer de la redondance entre les systèmes de représentation pour permettre des références de l'un vers l'autre.

En particulier dans les environnements de TCAO où les vues des utilisateurs peuvent diverger, on peut considérer que chaque utilisateur possède son propre système de représentation.

Un moyen universel pour créer des références entre deux systèmes de représentation consiste à utiliser un troisième système basé sur un moyen de communication traditionnels (audio ou vidéo) qui permet de se désigner des objets dans l'un et l'autre des systèmes. L'intégration des communications audio ou vidéo aux environnements collecticiels permet d'obtenir cette redondance. Utilisée pour favoriser des communications spontanées ou informelles, comme dans le cas des médiaspace, l'intégration des moyens audio et vidéo avec l'espace de production peut être poussée plus loin en liant directement le déclenchement des communications aux objets concernés par les dialogues. Cette règle est illustré au paragraphe 5.1.

4.2. Règle des objets de coordination

Notre deuxième règle dépend de la nature de l'activité:

R2 : identifier ou inventer des objets de coordination et les rendre manipulables dans l'interface.

Parmi les propriétés permettant d'identifier quels objets sont de bons candidats pour être introduits dans l'interface sous la forme de représentations manipulables, ces objets doivent:

- être mobiles, circuler entre les utilisateurs et attirer l'attention ou impliquer leur possesseur dans l'activité du groupe
- être intégrés à l'activité, servir à agir sur l'espace de production.

Par exemple dans le cas des situations humaines de négociation, les propositions négociées peuvent servir d'objets de coordination. Représentée sous forme d'objets manipulables à part entière dans l'interface, ces propositions peuvent circuler entre les utilisateurs et servir à déclencher et à mémoriser les actions représentées une fois la né-

gociation terminée. Nous étudions cette idée dans le cas du contrôle aérien, avec la notion de contrat de vol pour représenter les caractéristiques d'un vol et celle d'avenant pour représenter les décisions le concernant [Chatty 1998].

Les objets de coordination sont utiles aussi bien au travail synchrone qu'au travail asynchrone. En effet ils peuvent être manipulés conjointement dans une fenêtre partagée, dans le cas de l'édition partagée, ou bien être déposés par un utilisateur dans l'espace d'un autre, pour lui rappeler une proposition en lui laissant le choix du moment auquel il s'en occupera.

4.3. Règle de la prosodie

Dans les collecticiels le nombre de modalités disponibles pour effectuer une action particulière est limité par rapport au monde physique. Par exemple pour s'échanger un fichier, entre la copie distante dans un répertoire commun ou le courrier électronique avec attachement, il n'existe que peu d'alternatives. De plus aucun de ces moyens ne possède la richesse ne serait-ce que de l'échange asynchrone sur la surface d'un bureau. L'ordinateur agit comme un filtre sur la "prosodie" potentiellement contenue dans les actions humaines, à l'image de la figure 8.

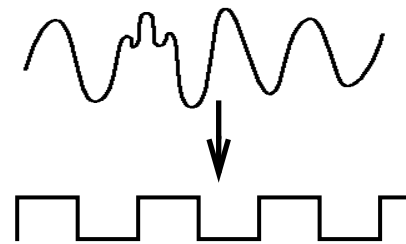


Figure 8: Effet du réseau sur la prosodie

La conception d'interfaces à collaboration directe doit laisser aux utilisateurs le choix des modalités pour une même action lorsque cela n'est pas contradictoire avec leur activité. D'autre part les modalités autorisées doivent si posséder la même richesse que les actions humaines. D'où notre troisième règle:

R3 : proposer et utiliser différentes modalités pour les actions modifiant l'environnement et inventer des effets correcteurs quand la prosodie est filtrée.

La tendance à reproduire uniquement des états discrets dans l'interface sans représenter les transitions entre états est un filtre sur la prosodie, la manière dont les transitions sont franchies par les utilisateurs pouvant révéler des informations aux autres. Par exemple l'envoi d'un message est une opération binaire, le message est arrivé ou il ne l'est pas. Peu de systèmes permettent de visualiser l'arrivée (ou la prise en compte) du message par le destinataire. Dans le paragraphe 5.2 nous donnons des exemples permettant d'augmenter la richesse de l'échange de données. Parmi les techniques qui permettent de créer de la "prosodie" dans l'interface et d'ajouter de l'information de manière implicite on peut citer:

- la capture et la transmission du geste (c'est le but des télépointeurs d'une certaine manière)

- les techniques d'animation (comme dans les dessins animés)

5. Exemples d'applications

Cette partie présente quelques prototypes très simples qui illustrent l'application des règles de la collaboration directe pour inventer des styles d'interaction. Le premier prototype a été réalisé avant la définition de la collaboration directe, mais il en suit les règles. Par contre les prototypes suivants ont été dérivés des règles R2 et R3. Leur mise au point sert également à tester une boîte à outil de construction d'interfaces à collaboration directe en cours de développement. Ils ne possèdent nullement l'envergure d'une application réelle, mais ils explorent de nouveaux moyens d'échange de données dont l'évaluation fait partie du travail nécessaire pour mesurer l'intérêt de la collaboration directe.

5.1. Griphone: intégration des espaces

La règle R1 est illustrée par Griphone (figure 9), un prototype réalisé au CENA [Chatty 1996b], qui intègre l'image radar présentée aux contrôleurs aériens avec la liaison téléphonique, et un écran tactile. En utilisant la représentation de l'avion sur l'image radar, un contrôleur peut directement passer un appel téléphonique au contrôleur responsable de celui-ci à partir d'un geste tracé sur l'avion. Une icône de téléphone apparaît alors à côté de l'avion concerné sur l'écran du contrôleur appelé. Pour répondre celui-ci décroche en effectuant un geste approprié sur l'icône du téléphone. L'intégration de la conversation téléphonique continue ensuite avec un télépointeur en forme de pastille. Les deux pastilles des télépointeurs de chaque contrôleur leurs permettent de désigner les objets représentés sur l'image radar.

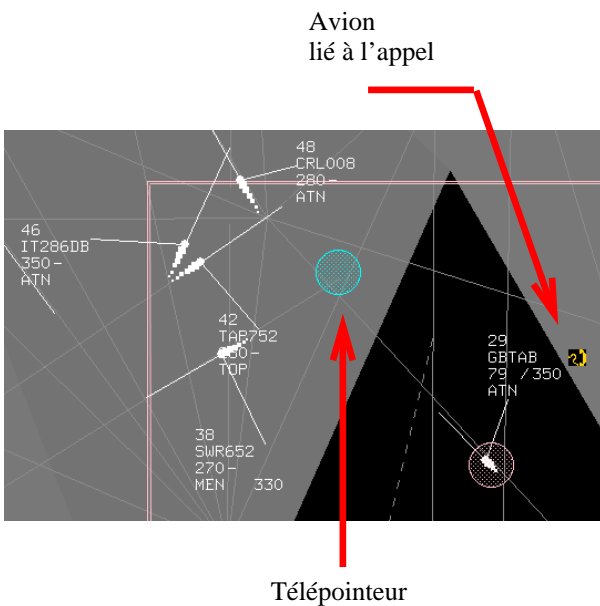


Figure 9: Griphone, intégration du téléphone avec une image radar

Cette méthode permet de démarrer de nouvelles liaisons téléphoniques sans manipuler une application ou un outil

séparé (comme une platine téléphonique) ni définir formelle de session. De plus, le contexte de la communication téléphonique est très rapidement partagé grâce à l'icône du téléphone apparaissant prêt de l'avion. L'intégration du télépointeur avec une conversation vocale n'est pas une idée neuve, mais démarrer cette intégration à la demande et directement à partir des objets d'intérêt de l'environnement simplifie les procédures habituelles dans le sens de la collaboration directe.

5.2. Autour de l'échange de données: les Transfolders

En réfléchissant aux multiples façons d'échanger un document, nous avons imaginé de nouvelles métaphores pour transmettre des documents, ou des objets. Ces moyens d'échanges ont pour but d'offrir aux utilisateurs une plus grande richesse d'interprétation de leurs intentions que la simple recopie d'un fichier à distance dans un répertoire. Ces outils d'échange de données ont été appelés de manière générique des *Transfolder*, contraction des termes "transmission" et "folder" car ils représentent des surfaces (ou des supports) à l'échange de données.

Les échanges du monde réel possèdent une visibilité que ne possède pas la recopie du fichier. Dans le cas d'un échange de la main à la main, la visibilité permet aux autres personnes présentes de voir l'échange. Pour les personnes qui s'échangent le document, la visibilité leur permet des variations subtiles dans la vitesse et l'endroit où elles décident de lâcher le document. Dans les cas d'échange asynchrone, lorsque le document est déposé en l'absence d'une personne, l'endroit où il est déposé permet de signifier également l'usage qui en est attendu.

5.2.1 Partage de texte

En appliquant la règle R2 aux outils de dialogue textuel entre utilisateurs, nous pouvons concevoir les messages textuels comme des objets de coordination. Dans le prototype présenté figure 10, c'est le texte en entier qui est considéré comme un seul objet de coordination.

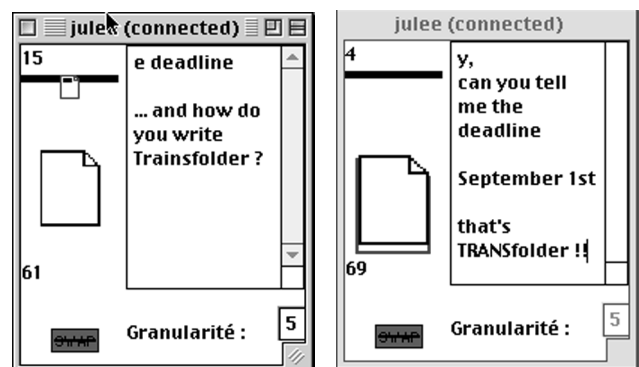


Figure 10: Coordination implicite pour envoyer une question (à gauche) et reprendre la réponse (à droite)

Ce transfolder permet de connecter deux utilisateurs qui possèdent chacun une fenêtre privée dans laquelle ils peuvent éditer du texte. A l'aide de la barre de défilement sur le côté gauche de la fenêtre, ils peuvent également envoyer tout ou partie du contenu de leur fenêtre dans la fenêtre de l'autre utilisateur. Leur fenêtre est en effet

connecté à la fenêtre de l'autre par son bord supérieur pour l'utilisateur possédant le bas du document (respectivement inférieur pour le deuxième utilisateur possédant le haut du document). Ainsi en déplaçant l'icône du document vers le haut, l'utilisateur possédant le bas du texte envoie son texte dans la fenêtre de l'utilisateur possédant le haut du document et réciproquement. En déplaçant l'icône du document vers le bas, l'utilisateur possédant le bas du document prend le haut du texte se trouvant dans la fenêtre de l'utilisateur possédant le haut et réciproquement. Les compteurs en haut et en bas de la fenêtre indiquent combien de caractères chacun possède dans sa fenêtre. Cette information est mise à jour de manière synchrone.

Avec ce dispositif, l'état global du document est partagé bien que chaque utilisateur n'en possède qu'une partie en local. Ainsi chacun peut éditer en toute confiance la partie qu'il possède en local car elle ne peut pas être modifiée par l'autre. Le problème du contrôle d'accès n'existe plus, il est remplacé par des actions directes sur le texte pour le prendre dans sa fenêtre avant de le modifier. Il s'agit d'une forme de contrôle d'accès que l'on peut qualifier de *contrôle d'accès par l'espace*, l'utilisateur ayant le droit de modifier seulement ce qui est dans son espace privé. L'action d'amener les objets (ici le texte) dans l'espace privé d'un utilisateur assure la coordination avec les autres de manière implicite. Dans notre prototype les conflits potentiels qu'il pourrait y avoir si les deux utilisateurs prennent ou donnent du texte en même temps sont évités en donnant le droit de préemption sur le "drag" à celui qui donne du texte. C'est un exemple de protocole rigide, mais celui-ci est très peu utilisé car les actions de donner ou de prendre du texte sont visibles en temps réel et les utilisateurs évitent les conflits grâce à cette conscience mutuelle.

Cependant ce prototype s'est avéré à l'usage plus utile pour effectuer du dialogue que pour éditer un même document. Une utilisation avantageuse pour dialoguer consiste à poser une question, l'envoyer en partie seulement, puis attendre la réponse tout en gardant un œil sur l'interface pour savoir si le destinataire a répondu. En effet il est possible de poser une question dans sa fenêtre et d'en envoyer seulement la moitié (ainsi le texte est "à cheval" sur les deux fenêtres). Les actions de prendre et de donner du texte étant sonorisées, lorsque le destinataire se saisit de la seconde moitié du texte l'expéditeur peut s'en rendre compte et vérifier à l'aide des compteurs que le destinataire est en train de répondre. Il peut même reprendre la réponse en même temps que l'autre utilisateur répond. Ce comportement, qui peut montrer l'intérêt de la personne pour la réponse, peut aussi être fort impoli. De par la disposition des fenêtres il n'est possible que s'agissant de l'utilisateur du haut qui saisit "à la volée" le texte de l'utilisateur du bas. Dans tous les cas l'échange de questions et de réponses avec ce transfolder permet un couplage et une conscience mutuelle plus forts que le courrier électronique. Un autre usage intéressant consiste donner du texte (par exemple un blague) puis à le reprendre pour l'effacer presque aussitôt (au cas où quelqu'un d'autre passerait devant l'écran distant).

L'interface de ce transfolder permet également de régler la "viscosité" du réseau en réglant manuellement la taille maximum des mémoires tampons utilisées pour la trans-

mission sur le réseau. L'idée originale était de pouvoir ainsi mieux contrôler la vitesse d'affichage des documents chez le destinataire. Cependant comme il s'agit de texte et que les quantités de données pour l'utilisation en mode questions et réponses ne sont pas importantes, la vitesse de déplacement de la souris donne un contrôle suffisant pour envoyer le texte caractère par caractère ou par lignes entières. Par contre, en utilisant cette technique pour afficher des images à distance, il serait possible de contrôler la vitesse d'apparition effective d'images en mode progressif.

5.2.2 Transmission d'objet

Un second type de transfolder a été développé pour échanger des objets graphiques qui peuvent représenter des documents ou bien d'autres objets de coordination. Suivant la règle R2 il est possible ainsi d'imaginer une communication téléphonique "réifiée" sous la forme d'un bouton "rappelle moi" qui déclenche un appel téléphonique sur le poste de son créateur.

Dans l'exemple de la figure 11 il est possible d'ouvrir côte à côte deux transfolders appartenant à deux utilisateurs pour faire glisser un objet de l'un vers l'autre. Les transfolders sont des fenêtres qui peuvent contenir des documents et des objets actifs, comme un téléphone. Pour suggérer à quelqu'un de rappeler à propos d'un document, il est possible de déposer le document en question près de l'icône représentant son téléphone. D'autre part si la personne est présente devant son écran, elle peut observer l'action de glisser le document dans son transfolder en temps réel et entrer aussitôt en contact avec l'autre personne, ou choisir d'attendre si elle est occupée. En glissant le document sur son téléphone, le destinataire déclenche une liaison téléphonique avec la personne ayant déposé le document.

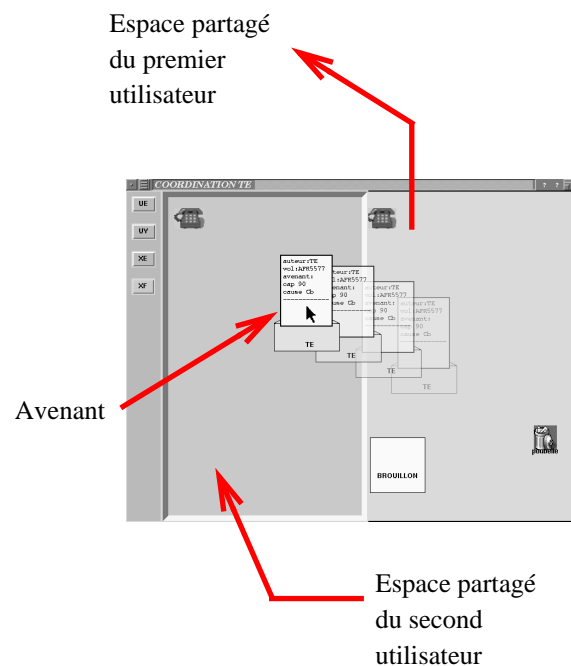


Figure 11: La métaphore du Transfolder pour échanger des avenants

A l'image du monde physique, il est également possible d'introduire des clés et des serrures dans l'univers des transfolders pour verrouiller certains objets. Par exemple, pour ne pas être dérangé par certaines personnes, il est imaginable d'ajouter une serrure sur le téléphone. Pour utiliser un tel téléphone les utilisateurs devraient posséder la clé qu'ils glisseraient avec leur document sur le téléphone. Ainsi en contrôlant la diffusion de ses clés, par exemple en déposant une clé uniquement dans le transfolder des personnes autorisées, un utilisateur peut contrôler l'accès à son téléphone, ou à tout autre objet actif.

5.3. Travaux futurs

Nous travaillons actuellement sur une boîte à outil logiciel permettant d'étendre une boîte à outil de construction d'interface avec des mécanismes de distribution adaptés à la circulation et à la réplication d'objets entre plusieurs applications. Cette boîte à outils permet de construire des objets représentant des "demi-connexions". En s'échangeant des "demi-connexions", les utilisateurs peuvent connecter leurs fenêtres entre elles et constituer dynamiquement des "chaînes de transmission" sans définir de sessions. Le long de ces chaînes ils peuvent faire circuler et éditer des objets mobiles, y compris les propositions de "demi-connexions". Dans ce type de chaînes, les fenêtres peuvent être répliquées comme dans le cas des éditeurs partagés, chacune représentant le même espace. Nous avons aussi défini un deuxième type de connexion, baptisé connexion latérale. Deux fenêtres connectées latéralement partagent un bord par lequel il est possible de transmettre des objets. Elles ne représentent plus alors le même espace.

Pour explorer le potentiel du geste à transmettre de l'information, nous développons également un mode de transmission basé sur l'envoi d'un objet à travers le bord de deux fenêtres connectées latéralement. La trajectoire de l'objet est amorcée par un geste sur celui-ci qu'il poursuit jusqu'à s'immobiliser au centre de la fenêtre suivante.

A plus long terme, si l'évaluation des performances obtenues avec les applications basées sur les règles de la collaboration directe permet d'envisager la transmission de "comportements sociaux" comme l'influence mutuelle, rien n'interdit d'imaginer de créer des objets intelligents qui tiennent compte du contexte du destinataire et des intentions de l'expéditeur pour "s'afficher" et attirer l'attention de manière adéquate. La transmission de l'influence est une piste de recherche possible. Le problème peut être formulé comme étant celui de faire réagir une personne sur le message d'une autre en manipulant son temps de réaction, ou le temps qu'elle consacrerait au message transmis.

6. Discussion

D'autres recherches sur le collecticiel ont abordé le problème de la coordination et ont permis de concevoir des interfaces qui présentent les caractéristiques de la collaboration directe. Par exemple la règle R2 est bien illustrée avec la notion de capacité, ou d'objet représentant des droits d'accès pouvant s'échanger dans un espace de travail partagé [Smith 1998]. Dans cet environnement chaque utilisateur peut "charger" son curseur à l'aide de

capacités lui permettant de modifier les objets protégés par un autre utilisateur (par exemple droit de modifier la taille des dessins d'une zone de dessin partagée, droit de modifier la couleur d'un carré, etc).

Concernant la règle R3 et l'enrichissement de l'échange de données, la métaphore du Pick And Drop permet de rendre visible l'échange d'écran à écran directement à l'aide d'un stylet (le périphérique physique). L'objet à transmettre est "chargé" sur un stylet en le désignant sur l'écran à l'aide d'un "clic" spécial (baptisé "pick"), puis il est déposé sur l'écran d'un autre utilisateur par la même opération [Rekimoto 1997]. Avec cette métaphore le possesseur du stylet contrôle exactement la durée de la transmission. L'objet est en quelque sorte "contenu" par le stylet durant la transmission.

Le système Courtyard [Tani 1994] réalise l'intégration de l'espace de production avec l'espace de communication (règle R1, la fusion des espaces de représentation) en affichant sur un grand écran la carte d'un système à superviser et les annotations créées par les responsables du système. Ils prennent ou ajoutent des annotations sur l'écran de supervision depuis leur écran personnel. En effet ils sont localisés dans une même salle et disposent chacun d'un écran personnel. Le bord de cet écran est connecté au bord du grand écran de contrôle. Ceci leur permet de glisser des objets entre les deux écrans et de choisir l'endroit sur la carte où ils souhaitent laisser l'annotation.

Les nombreux modèles d'espace de travail partagé décrits dans la littérature, lorsqu'ils sont persistants, sont également un enrichissement de la notion de "folder" pour ajouter des modalités à l'échange de documents, pour échanger des objets actifs, ou bien pour éditer des objets et des documents en commun [Smith 1998].

Par contre à notre connaissance la création d'objets de coordination issus du domaine de l'application est encore une idée récente, si l'on exclut les systèmes de circulation de formulaires qui ne sont pas vraiment de la collaboration directe. Cette idée n'a pas été expérimentée en tant que telle. Pourtant de tels objets ont été identifiés par les travaux des sociologues dans le domaine bancaire [MacLean 98] ou dans d'autres contextes [Mark 97] [Smith 1998]. Nous envisageons de l'utiliser dans le cadre du contrôle du trafic aérien avec la notion d'avenant [Chatty 1998].

Conclusion

Cette analyse nous a permis de mieux comprendre les faiblesses des collecticiels actuels en ce qui concerne leur capacité à engendrer une collaboration efficace entre utilisateurs à travers les réseaux informatiques. Ces faiblesses proviennent en partie de ce qu'ils introduisent des manipulations supplémentaires et des objets spécifiques pour permettre la coordination entre utilisateurs. En contrepartie, ceux-ci ne peuvent plus appliquer les comportements sociaux auxquels ils sont habitués et qui servaient également à assurer implicitement cette coordination. La collaboration directe propose de revoir le rôle de l'ordinateur en tant qu'intermédiaire. À partir de cette notion, nous espérons parvenir à concevoir des environnements de collaboration plus souples et efficaces. En particulier nous espérons améliorer réellement l'efficacité des coopé-

rations entre contrôleurs aériens en leur fournissant des systèmes à collaboration directe. Les règles proposées pour concevoir des interfaces à collaboration directe sont une base de départ, d'autres sont encore à imaginer pour faire de l'ordinateur un véritable média de collaboration. Pour cela, de même que l'ergonomie a permis d'améliorer la conception des interfaces hommes machines, il est indispensable de continuer le rapprochement en cours entre les sciences du comportement et l'informatique.

Remerciements

Nous remercions François-Régis Colin pour son travail sur Griphone. Hélène Uninski a réalisé le prototype illustrant la métaphore du transfolder de la figure 11.

Références

- [Austin 62] J. Austin (1962), Quand dire c'est faire. Editions du Seuil, collection Points Essais (numéro 235), 1970 pour la traduction française.
- [Baecker 1993] R. Baecker, editor (1993), Readings in Groupware and Computer-Supported Cooperative Work. Morgan Kaufman.
- [Beaudouin-Lafon 1992] Michel Beaudouin-Lafon et Alain Karsenty (1992), Transparency and awareness in a real-time groupware system. Proceedings of ACM UIST'92, pages 171-180. ACM Press.
- [Brinck 1993] T. Brinck et R. Hill (1993), Building shared graphical editors using the Abstraction-Link-View architecture. Proceedings of ECSCW'93, pages 311-324. Kluwer Academic.
- [Buxton 1992] W. Buxton (1992), Telepresence: integrating shared task and person spaces. Proceedings of Graphics Interfaces'92.
- [Bull 1990] P. Bull (1990), What does gesture add to the spoken word? In Images and Understanding, thoughts about images, ideas about understanding, pages 108-121, Cambridge University Press.
- [Chatty 1996a] S. Chatty, P. Girard et S. Sire (1996), Vers un support multimédia à la collaboration directe. *Technique et Science Informatique*, 15(9), pages 1259-1286.
- [Chatty 1996b] S. Chatty et P. Lecoanet (1996), A pen-based workstation for air traffic controllers. Proceedings of the ACM CHI '96. Addison-Wesley.
- [Chatty 1998] S. Chatty, H. Uninski et S. Sire (1998), Supporting collaboration in ATC through flight contracts. International ATM'98 R&D seminar, Orlando.
- [Dourish 92] P. Dourish et V. Bellotti (1992), Awareness and Coordination in Shared Workspaces. Proceedings of CSCW'92, Toronto, Canada, pages 107-114. ACM Press.
- [Ellis 1991] C. Ellis, S. Gibbs et G. Rein (1991), Groupware: some issues and experiences. *Communications of the ACM*, 34(1):38-58.
- [Grudin 1990] J. Grudin (1990), Groupware and cooperative work: problems and prospects, pages 97-105. In [Baecker 1993].
- [Hall 66] E. Hall (1966), La dimension cachée. Editions du Seuil, collection Points Essais (numéro 89), 1971 pour la traduction française.
- [Ishii, 1992] H. Ishii et M. Kobayashi (1992), Integration of inter-personal space and shared workspace: Clearboard design and experiments. Proceedings of ACM CSCW'92, pages 34-32.
- [Karsenty 1994] A. Karsenty (1994), GroupDesign: un collecticiel synchrone pour l'édition partagée de documents. Thèse de doctorat, Université d'Orsay Paris-Sud.
- [Latour 1993] B. Latour (1993), Petites leçons de sociologie des sciences. Éditions La Découverte.
- [Levy 1998] P. Levy, Qu'est-ce que le virtuel ? Éditions La Découverte/Poche; 49, Essais.
- [MacLean 98] A. MacLean et P. Marquardsen (1998), Crossing the border: Document coordination and the integration of processes in a distributed organisation. In [Wakayama 98], pages 109-124.
- [Malone 94] T. Malone et K. Crowston (1994), The interdisciplinary study of coordination. *ACM Computing Surveys*, Vol 26 (1).
- [Mantei 1991] M. Mante, R. Baecker, A. Sellen et W. Buwton (1991), Experiences in the use of a Media Space, pages 803-808. In [Baecker 1993].
- [Mark 97] G. Mark, L. Fuchs et M. Sohlenkamp (1997), Supporting groupware conventions through contextual awareness. Proceedings of ECSCW'97, pages 253-268.
- [Mitchell 1996] A. Mitchell (1995), Communication and shared understanding in collaborative writing. Master of science thesis, University of Toronto, 1996. Web URL: www.dgp.toronto.edu/people/alex/thesis/
- [Muchielli 98] A. Muchielli, J-A. Corbalan et V. Ferrandez (1998), Théorie des processus de la communication. Collection U, série "Sciences de la communication", Armand Colin/Masson.
- [Poirot-Delpech 1995] S.L. Poirot-Delpech (1995), Biographie du CAUTRA, Naissance et développement d'un système d'informations pour la circulation aérienne. Thèse de doctorat de sociologie, Université Paris 1.
- [Rekimoto 1997] J. Rekimoto (1997). Pick-And-Drop: a direct manipulation technique for multiple computer environments. Proceedings of ACM UIST'97, pages 31-39. ACM Press.
- [Roseman 1992] M. Roseman et S. Greenberg (1992), GroupKit: a groupware toolkit for building real-time conferencing applications. Proceedings of CSCW'92, pages 43-50. ACM Press.
- [Salber 1995] D. Salber, J. Coutaz, D. Decouchant et M. Riveill (1995), De l'observabilité et de l'honnêteté: le cas du contrôle d'accès dans la communication homme-machine-homme médiatisée. Actes d'IHM 95. Cépaduès.
- [Schmidt 96] K. Schmidt et C. Simone (1996), Coordination mechanisms: towards a conceptual foundation of CSCW systems design. *CSCW : the journal of collaborative computing* (5), pages 155-200, Kluwer Academic Publishers.
- [Smith 1998] R. Smith, R. Hixon et B. Horan (1998), Supporting flexible roles in a shared space. Proceedings of CSCW'98, pages 197-206. ACM Press.
- [Shneiderman 1983] B. Shneiderman (1983), Direct Manipulation: a step beyond programming language. *IEEE Computer*, pages 57-69.
- [Tani 1994] M. Tani, M. Horita, K. Yamaashi, K. Tanikoshi, and M. Futakawa (1994), Courtyard: integrating shared overview on a large screen and per-user detail on individual screens. Conference on human factors in computing systems - CHI'94, pages 44-50. ACM Press.
- [Wakayama 98] T. Wakayama (Eds.), Information and Process Integration in Enterprises : Rethinking Documents. Dordrecht: Kluwer.