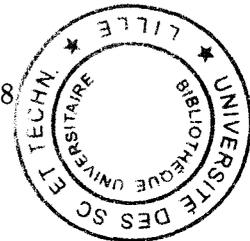


# ScenIC : une proposition pour l'assistance à la composition spatio-temporelle des interfaces des environnements de TCAO

## THÈSE

présentée et soutenue publiquement le 12 octobre 1998

pour l'obtention du



Doctorat de l'Université des Sciences et Technologies de Lille  
(Spécialité Informatique)

par

Patrice CARLIER

### Composition du jury

- Président :* M. Jean-Marc GEIB (LIFL, V. d'Ascq)  
*Directeur :* M. Alain DERYCKE (Laboratoire Trigone, V. d'Ascq)  
*Rapporteurs :* M. Bertrand DAVID (École Centrale, Lyon)  
Mme Jocelyne NANARD (LIRMM, Montpellier)  
*Examineurs :* M. Christophe CHAILLOU (LIFL, V. d'Ascq)  
M. Jean VANDERDONCKT (IAG, Louvain, Belgique)

Mis en page avec la classe TheseCRIN.

## Remerciements

Je veux remercier Monsieur Bertrand DAVID, Professeur de l'École Centrale de Lyon, et Madame Jocelyne NANARD, Professeur de l'Université Montpellier II, pour m'avoir fait l'honneur d'être les rapporteurs de mon mémoire de thèse.

Je tiens à remercier Monsieur Alain DERYCKE, Professeur de l'Université de Lille I, directeur de ma thèse, pour sa confiance, ses conseils et les moyens qu'il a mis à ma disposition tout au long de ma recherche.

Je remercie Monsieur Jean-Marc GEIB, Professeur de l'Université de Lille I, d'avoir accepté d'être Président de mon jury de soutenance. Je remercie également Messieurs Christophe CHAILLOU, Professeur de l'Université de Lille I, et Jean VANDERDONCKT, Professeur adjoint de l'Université Catholique de Louvain (Belgique), pour avoir accepté de participer à ma soutenance en tant qu'examineurs.

Une thèse ne s'écrit pas sans l'aide et la participation active d'un grand nombre de personnes. Et l'auteur sait fort bien que si son nom seul apparaît sur la couverture, l'œuvre achevée n'en demeure pas moins le produit d'un travail d'équipe. Ce sont ces personnes que je désire remercier ici : Jean-Claude TARBY, Claude VIÉVILLE, Frédéric HOOGSTOEL, Patricia PLÉNACOSTE, Pascal CROISY, Grégory SAUGIS, Cédric DUMAS, Grégory BOURGUIN, Catherine DEMAREY, Hervé DEVOS et Isabelle LOGEZ.

En outre, je tiens à remercier les organismes qui ont soutenu mes travaux sur le plan financier : Le Centre National d'Études des Télécommunications (CNET), la Région Nord-Pas-de-Calais, le Centre Université Économie d'Éducation Permanente (CUEEP) et l'Institut Universitaire de Technologie (IUT) « A » de Lille.

Pour terminer, mes dernières pensées vont aux membres ma famille ; je tiens à les remercier pour leurs encouragements et leur affection. Il m'est agréable de pouvoir remercier ici mon épouse, Sabine, qui m'a supporté (dans tous les sens du terme) pendant la rédaction de cette thèse.

P.C.



*à Sabine,  
à Christian,*



# Table des matières

<b>Introduction</b>	<b>1</b>
1 Contexte de travail . . . . .	4
2 Composition de la thèse . . . . .	5

---

---

## Partie I État de l'Art

---

---

<b>Chapitre 1 IHM et TCAO</b>	<b>9</b>
1.1 Quelques concepts de base . . . . .	12
1.1.1 Interaction Homme-Machine . . . . .	12
1.1.2 Travail Collaboratif Assisté par Ordinateur . . . . .	13
1.1.3 Environnement Virtuel Collaboratif . . . . .	16
1.2 Analyse des enjeux des Environnements Virtuels Collaboratifs	19
1.2.1 Favoriser la communication . . . . .	20
1.2.2 Favoriser la coordination . . . . .	22
1.3 Conclusion . . . . .	26

<b>Chapitre 2 EVC, ou le virtuel comme monde de collaboration</b>	<b>29</b>
2.1 Conception collaborative . . . . .	32
2.1.1 GreenSpace . . . . .	32
2.1.2 TeamWave Workplace . . . . .	34

2.2	Espaces virtuels de réunions . . . . .	36
2.2.1	RAVE et Portholes . . . . .	36
2.2.2	DIVA . . . . .	37
2.2.3	DIVE et MASSIVE . . . . .	39
2.3	Visualisation de données . . . . .	42
2.3.1	CAVE . . . . .	43
2.4	Simulation . . . . .	45
2.4.1	Les protocoles SIMNET et DIS . . . . .	45
2.4.2	NPSNET-IV . . . . .	46
2.5	Loisirs . . . . .	47
2.5.1	Doom . . . . .	48
2.5.2	Habitat . . . . .	49
2.5.3	Le Deuxième Monde . . . . .	50
2.5.4	BattleTech . . . . .	51
2.5.5	Loch Ness Adventure . . . . .	52
2.6	Synthèse de l'évaluation de la satisfaction des enjeux . . . . .	53
<b>Chapitre 3 Le rôle de l'espace dans la collaboration</b>		<b>57</b>
3.1	Écologie de la perception de l'espace . . . . .	60
3.1.1	La perception physiologique de l'espace . . . . .	60
3.1.2	La perception sociale de l'espace . . . . .	62
3.2	Les espaces d'activité . . . . .	63
3.2.1	La dualité tâche/activité . . . . .	64
3.2.2	Le contexte physique et social du travail . . . . .	65
3.2.3	La relation à l'espace . . . . .	66
3.2.4	Les modalités de communication . . . . .	67
3.2.5	La conscience de groupe . . . . .	67
3.3	Espace ou Place? . . . . .	68
3.3.1	MASSIVE: un modèle spatial d'interaction . . . . .	68
3.3.2	De la notion d'espace à celle de place . . . . .	70
3.3.3	Vers la notion de localité . . . . .	71
3.4	Conclusion . . . . .	72

---



---

## Partie II Contributions au domaine

---



---

<b>Chapitre 4 Les fondements du projet Space</b>	<b>77</b>
4.1 Comment concevoir une IHM pour le TCAO? . . . . .	80
4.1.1 Métaphore spatiale pour le TCAO . . . . .	80
4.1.2 Cinq recommandations importantes . . . . .	82
4.1.3 Comment assister l'utilisateur via l'IHM? . . . . .	84
4.1.4 Comment résoudre le problème de la distribution des objets multimédias? . . . . .	85
4.2 Fondements théoriques . . . . .	87
4.2.1 Métaphore du théâtre et IHM . . . . .	87
4.2.2 Contexte social du TCAO et IHM . . . . .	88
4.3 Une architecture multi-agent héritée du projet Co-Learn . . .	90
4.3.1 Architecture logicielle distribuée de Co-Learn . . . . .	91
4.3.2 Architecture logicielle distribuée de Space . . . . .	93
4.4 Conclusion . . . . .	94
<b>Chapitre 5 ScenIC : un metteur en scène pour le TCAO</b>	<b>95</b>
5.1 Les fonctionnalités de ScenIC . . . . .	97
5.1.1 Contenir une représentation conceptuelle abstraite de la scène . . . . .	98
5.1.2 Stocker les propriétés des différentes composantes . .	98
5.1.3 Établir une connexion permanente entre le serveur d'activités ODESCA et le module de rendu multimédia	101
5.1.4 Gérer les contraintes spatio-temporelles . . . . .	102
5.1.5 Piloter le module de rendu multimédia . . . . .	104
5.2 Étude de cas : la conférence scientifique . . . . .	105
5.2.1 Inventaire des composantes . . . . .	106
5.2.2 Quelques propriétés des composantes . . . . .	107
5.2.3 Quelques contraintes spatio-temporelles . . . . .	108
5.2.4 Le scénario . . . . .	110

5.3	Réalisation technique . . . . .	113
5.3.1	Architecture physique . . . . .	113
5.3.2	Traitement des messages reçus de l'ASVL . . . . .	115
5.4	Conclusion . . . . .	117
<b>Chapitre 6 Spln et Mondrian</b>		<b>119</b>
6.1	Spln . . . . .	122
6.2	Mondrian . . . . .	124
6.2.1	Les deux principaux problèmes des interfaces multi- fenêtres pour le TCAO . . . . .	125
6.2.2	Les solutions apportées par Mondrian . . . . .	126
6.2.3	Une Miniature pour surveiller l'espace d'activité . . .	131
6.3	Comparatif avec Elastic Windows . . . . .	135
6.3.1	Présentation d'Elastic Windows . . . . .	135
6.3.2	Comparatif Elastic Windows vs. Mondrian . . . . .	136
6.4	Étude de cas (suite) : la conférence scientifique . . . . .	138
6.4.1	L'aspect du bureau selon le rôle joué dans l'activité .	138
6.4.2	L'aspect du bureau selon l'acte courant de l'activité .	139
6.5	Réalisation technique . . . . .	140
6.5.1	Capter la liste des fenêtres au lancement . . . . .	141
6.5.2	Suivre l'évolution du bureau . . . . .	142
6.5.3	Placer les fenêtres en mosaïque horizontale . . . . .	146
6.5.4	Calculer la surface affectée à chaque DOI . . . . .	148
6.6	Conclusion . . . . .	150
<b>Chapitre 7 Critique et évaluation</b>		<b>151</b>
7.1	Critique du prototype vs. enjeux présentés . . . . .	154
7.1.1	Favoriser la communication . . . . .	154
7.1.2	Favoriser la coordination . . . . .	155
7.2	Évaluation du couple ScenIC – Mondrian . . . . .	159
7.2.1	Présentation . . . . .	159
7.2.2	Expérimentation . . . . .	159
7.2.3	Résultats et discussion . . . . .	161
7.3	Conclusion . . . . .	162

---

<b>Chapitre 8 Conclusion et perspectives</b>	<b>163</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>169</b>



# Table des figures

1.1	L'interface utilisateur : un médiateur entre le système et l'utilisateur. . . . .	13
1.2	Taxinomie « espace-temps » des collecticiels d'après RODDEN. . .	15
1.3	Le trèfle des systèmes multi-utilisateurs d'après SCOOP. . . . .	15
1.4	Classification des collecticiels prônant une approche spatiale selon trois axes : Transportation, Artificiality et Spatiality (selon BENFORD et al.). . . . .	18
1.5	Trois différents niveaux de conscience qu'a A de B, en fonction du focus de A et du nimbus de B, dans le modèle spatial d'awareness MASSIVE. . . . .	25
1.6	Cycle itératif de recherche et développement sur l'awareness. . .	26
2.1	Deux captures d'écran de GreenSpace I. . . . .	33
2.2	Une copie d'écran de TeamWave Workplace présentant une pièce qui comporte plusieurs applets et dans laquelle se trouvent trois participants. . . . .	35
2.3	Schéma d'ensemble d'un MédiaSpace. . . . .	37
2.4	Capture d'écran du bureau virtuel de DIVA. . . . .	39
2.5	La visualisation des blockies et des auras dans MASSIVE. . . .	41
2.6	Deux captures d'écran de MASSIVE. . . . .	42
2.7	Schéma du dispositif technique de CAVE. . . . .	43
2.8	Un utilisateur de CAVE qui explore le cosmos avec Cosmic Explorer. . . . .	44
2.9	Dispositif d'interaction et capture d'écran de NPSNET. . . . .	47
2.10	Capture d'écran de Doom. . . . .	48
2.11	Capture d'écran de LucasFilm's Habitat. . . . .	50
2.12	Capture d'écran du Deuxième Monde. . . . .	51
2.13	Tableau de Bord et capture d'écran de BattleTech. . . . .	52
2.14	Vue de l'intérieur du sousmersible de Loch Ness Adventure. . . .	53
3.1	L'interaction entre objets dans le modèle MASSIVE. . . . .	69
3.2	Trois différents niveaux de conscience qu'a A de B, en fonction du focus de A et du nimbus de B, dans le modèle MASSIVE. . .	70
4.1	La topologie du scénario illustrant le problème de la distribution. .	86

4.2	Architecture logicielle de Co-Learn pour une session où deux utilisateurs sont présents dans une même pièce de l'organisation.	91
4.3	Architecture logicielle de Space pour une session où deux utilisateurs sont présents dans une même pièce de l'organisation. . .	93
5.1	La spécification OMT d'une scène dans ScenIC. . . . .	99
5.2	Les sept relations temporelles (d'après KARMOUCH et al.). . . .	103
5.3	Utilisation des Time-Lines dans Macromedia Director. . . . .	105
5.4	Exemple de propriétés pour l'Acteur « conferencier ». . . . .	107
5.5	Exemple de propriétés pour l'Accessoire « document du conferencier ». . . . .	108
5.6	Arbre pour la composition visuelle de la Scène. . . . .	109
5.7	Arbre pour la composition sonore de la Scène. . . . .	110
5.8	Scénario de la conférence scientifique pour le rôle « public ». . .	112
5.9	Architecture physique du prototype Space. . . . .	114
6.1	SpIn: une proposition d'interface 3-D pour le TCAO, intégrant participants, documents et outils au sein d'une même scène visuelle et sonore. . . . .	122
6.2	Deux orientations pour composer une mosaïque avec trois fenêtres.	126
6.3	L'ajustement automatique d'une mosaïque horizontale avec l'ouverture de nouvelles fenêtres (la nouvelle fenêtre apparaît toujours en haut à gauche). . . . .	127
6.4	Importance observée des quatre quadrants de l'écran. . . . .	129
6.5	Évolution des partitions du bureau en fonction de la variation du facteur multiplicateur dans une disposition en mosaïque horizontale avec une fenêtre de DOI=100% (à gauche) et deux fenêtres de DOI=50% (à droite). . . . .	130
6.6	Le bureau et sa vue réduite, la Miniature. . . . .	132
6.7	La Miniature informe graphiquement du focus de groupe. . . . .	133
6.8	La liste des participants présents et le pop-up menu pour activer les fonctions de communication. . . . .	134
6.9	Une application de courrier électronique basée sur Elastic Windows. La hiérarchie des fenêtres est employée ici pour classer les nombreux messages. . . . .	136
6.10	L'effet du redimensionnement d'une fenêtre sur les autres dans Elastic Windows. . . . .	136
6.11	La composition du bureau par Mondrian, selon le rôle joué par l'utilisateur, pour l'acte « Exposé » de l'activité de conférence scientifique. . . . .	138
6.12	La composition du bureau par Mondrian, selon les actes du scénario, pour le rôle « Public » de l'activité de conférence scientifique. . . . .	139
6.13	Les canaux de communication du prototype Space. . . . .	141
6.14	Le chaînage des fenêtres sous Windows™. . . . .	142

---

6.15	Quelques exemples de mosaïques horizontales illustrant l'algorithme implanté dans la fonction <code>TileHorz()</code> . . . . .	147
6.16	La séparation du bureau en deux zones calculées par la fonction <code>OnWindowTileHorz()</code> . . . . .	149
7.1	L'écran de chaque sujet au début d'une évaluation ne présente que la consigne et <code>Mondrian</code> . . . . .	161
8.1	Décomposition fonctionnelle de <code>Scen1C</code> à la façon des IMMLM. . . . .	167



# Liste des tableaux

1.1	Classification de l'awareness d'après GroupDesk. . . . .	24
1.2	Éléments du « Workspace Awareness » selon GUTWIN et al. . . .	27
1.3	Synthèse des enjeux que devraient satisfaire les EVC. . . . .	28
2.1	Les enjeux supportés par « GreenSpace ». . . . .	33
2.2	Les enjeux supportés par « TeamWave Workplace ». . . . .	35
2.3	Les enjeux supportés par « RAVE » et « Portholes ». . . . .	38
2.4	Les enjeux supportés par « DIVA ». . . . .	40
2.5	Les enjeux supportés par « MASSIVE ». . . . .	42
2.6	Les enjeux supportés par « CAVE ». . . . .	44
2.7	Les enjeux supportés par « NPSNET-IV ». . . . .	47
2.8	Les enjeux supportés par « Doom ». . . . .	49
2.9	Les enjeux supportés par « Le Deuxième Monde ». . . . .	51
2.10	Les enjeux supportés par « Loch Ness Adventure ». . . . .	52
2.11	Tableau récapitulatif des enjeux de communication supportés. . .	55
2.12	Tableau récapitulatif des enjeux de coordination supportés. . . .	56
3.1	Les différents niveaux de conscience pour le médium textuel et l'effet produit sur le message transmis dans le modèle MASSIVE.	70



# Introduction

*« Découvrir ou créer,  
n'est-ce pas même chose ? [...]   
On trouve ce qu'on invente,  
on découvre ce qu'on crée,  
ce qu'on rêve. »*

Romain ROLLAND  
(1866–1944)



---

**L** E TRAVAIL COLLABORATIF ASSISTÉ PAR ORDINATEUR (TCAO) a connu un certain essor ces dernières années avec l'arrivée sur le marché d'outils de workflow, comme Lotus Notes™, ou de visio-conférence avec partage de documents comme Picture-Tel™, Communiqué™ ou NetMeeting™. La recherche s'est également accrue dans le domaine du support des processus de coopération intentionnels entre individus. Ainsi, de nombreuses équipes travaillent à la réalisation d'éditeurs multimédia coopératifs, d'hypermédia coopératifs, de systèmes d'aide à la prise de décision de groupe, etc.

Aujourd'hui, le développement rapide des technologies du multimédia et des réseaux large-bande (RNIS et ATM) permet l'émergence de nouveaux systèmes de TCAO, intitulés Environnement Virtuel Collaboratifs (EVC), qui offrent une meilleure sensation de présence des participants distants, de *télé-présence*, et des actions qu'ils réalisent. Dans certains cas, même, la possibilité de maintenir en permanence un lien multimédia (image, son et données) entre plusieurs collègues situés dans des bureaux distants, voire dans des bâtiments très éloignés, leur a permis de percevoir un « espace commun », un *MediaSpace* (STULTS, 1986) (MANTEI et al., 1991) (GAVER et al., 1995), où contrairement aux visio-conférences les rencontres informelles sont possibles et même favorisées.

En dépit de ces progrès, les collecticiels sont encore peu employés car difficilement acceptés. C'est sans aucun doute le révélateur de graves défauts, tels que le manque d'adaptation aux besoins et aux désirs de l'utilisateur, ou encore d'une mauvaise intégration des modes de travail, des habitudes, de l'organisation où ils sont installés (GRUDIN, 1988; GRUDIN, 1989; MARKUS et CONNOLLY, 1990).

# 1 Contexte de travail

Depuis plusieurs années, le laboratoire Trigone<sup>1</sup> s'est intéressé au domaine du TCAO comme nouvel outil d'enseignement à distance (EAD). En effet, notre structure fait parti intégrante du Centre Université Économie d'Éducation Permanente (CUEEP)<sup>2</sup> spécialisé dans la formation continue. À ce titre, nous recherchons, développons, expérimentons et mettons en place de nouveaux moyens techniques capables de faciliter et d'améliorer la qualité de l'EAD (VILERS, 1992; CROISY, 1995; HOOGSTOEL, 1995; BARME, 1996).

Forts de cette expérience, nous avons émis l'hypothèse selon laquelle ces multiples échecs pouvaient, en partie, être liés aux techniques d'Interaction Homme-Machine (IHM) employées qui ne favoriseraient pas la construction d'un référentiel commun pour le travail de groupe.

Avec le projet *Space*, nous proposons une nouvelle interface permettant d'intégrer et de présenter, au sein d'un même espace virtuel de collaboration, tous les « objets » prenant part à l'activité, à savoir, les documents et les outils, mais également les participants distants. Nous voulons matérialiser à l'écran un environnement de travail partagé qui serve de contexte aux usagers et leur restitue des informations sur l'activité qui se déroule.

Cette interface doit, en outre, pouvoir assister l'utilisateur dans la sélection des informations pertinentes, ainsi que dans la composition de son écran. L'usage d'un collecticiel provoque, souvent, un afflux massif d'informations vers l'utilisateur qui peut le submerger et le désorienter. Nous pensons que des techniques spécifiques devraient être introduites pour systématiquement proposer à l'utilisateur le meilleur point de vue sur l'espace de collaboration et ainsi l'aider à se concentrer sur sa tâche.

Le projet *Space* rassemble deux équipes aux compétences distinctes et complémentaires : l'équipe NOCE (Nouveaux Outils pour la Coopération et l'Éducation) du laboratoire Trigone et l'équipe Graphix du Laboratoire d'Informatique Fondamentale de Lille (LIFL)<sup>3</sup> spécialisée dans la synthèse d'images temps-réel. Nous avons travaillé, conjointement, à la conception de cette interface en mettant en commun nos savoir-faire respectifs dans le domaine du TCAO, de l'IHM et de l'imagerie 3-D.

Cette collaboration s'inscrit dans le cadre du programme de recherche concerté Ganymède<sup>4</sup> qui réunit autour du thème de la « communication avancée » les équipes régionales travaillant sur le sujet, toutes disciplines confondues.

Ce projet a également fait l'objet d'un contrat tripartite entre le Centre

---

1. <http://www-trigone.univ-lille1.fr>

2. <http://cueep.univ-lille1.fr/>

3. <http://www.lifl.fr/GRAPHIX/>

4. <http://www-ganymede.univ-lille1.fr>

National d'Études des Télécommunications (CNET)<sup>5</sup>, dans le cadre des « Consultations Thématiques Informelles » sur le travail coopératif (1994–1997), la Région Nord – Pas-de-Calais et l'Université des Sciences et Technologies de Lille<sup>6</sup>. Cette convention a permis le financement de deux thèses.

## 2 Composition de la thèse

Nous présentons, dans cette thèse, les travaux de recherche menés pendant quatre ans au sein de l'équipe NOCE, sur le projet Space. Une autre thèse, intitulée « Interface 3D pour le travail coopératif synchrone, une proposition » (SAUGIS, 1998), décrit le versant présentation graphique 3-D du projet. Ce mémoire se compose de deux parties (un état de l'art qui fixe le cadre théorique et nos contributions au domaine) et de sept chapitres.

Dans le chapitre 1, nous dressons un rapide tour d'horizon des concepts-clés se rattachant au projet Space comme l'Interaction Homme-Machine (IHM), le Travail Collaboratif Assisté par Ordinateur (TCAO) ou les Environnements Virtuels Collaboratifs (EVC). Nous concluons ce chapitre en identifiant les enjeux de communication et de coordination que devraient satisfaire les IHM pour le TCAO.

Nous proposons, avec le chapitre 2, une taxinomie des EVC selon cinq grandes classes d'applications. Pour chacune des catégories, nous présentons les applications les plus représentatives et nous évaluons leur support des enjeux énumérés dans le premier chapitre. Deux tableaux de synthèse récapitulent les résultats obtenus.

Pour terminer cette première partie de la thèse, nous proposons dans le chapitre 3 une incursion du côté des sciences humaines pour montrer que l'espace joue un rôle très important vis-à-vis de la collaboration. Par la suite, cette étude nous sert de guide pour la réalisation de notre interface.

Dans le chapitre 4, nous exposons les fondements du projet Space, c'est-à-dire les spécificités des IHM pour le TCAO ainsi que les bases théoriques utilisées dans les chapitres suivants. Pour conclure, nous décrivons l'architecture multi-agents préexistante qui sera employée pour la réalisation de notre prototype d'interface.

Nous présentons, dans le chapitre 5, un agent dénommé ScenIC qui modélise la composition de l'interface utilisateur en tenant compte des contraintes propres au TCAO, comme la phase de l'activité, le rôle des participants, ...

---

5. <http://www.cnet.fr>

6. <http://www.univ-lille1.fr>

Cet agent se comporte comme un metteur en scène qui connaît l'ensemble des objets à présenter (studio, acteurs et accessoires), détient les indications scéniques concernant leur placement ou leur présence et assure la réalisation en pilotant le module de rendu conformément au scénario.

Dans le chapitre 6, nous montrons deux exemples de modules de rendu différents, chacun d'eux s'efforçant de traduire les indications de ScenIC dans un style visuel déterminé : **Mondrian** contraint les fenêtres sur le bureau, tandis que **Spln** utilise la synthèse d'images 3-D pour matérialiser un espace virtuel. Nous mettrons l'accent sur **Mondrian**, puisque **Spln** fait l'objet d'une autre thèse (SAUGIS, 1998).

Nous revenons, dans le chapitre 7, sur les enjeux de communication et de coordination, énoncés dans le premier chapitre, pour en juger le support dans notre prototype d'interface. Nous présentons également les résultats d'une évaluation des agents ScenIC et **Mondrian** dans une situation de travail proche de la réalité.

La conclusion résume les apports essentiels de cette thèse et propose quelques perspectives concernant l'usage de ScenIC ou son évolution possible.

Première partie

État de l'Art



# Chapitre 1

## Interface Homme-Machine et Travail Collaboratif Assisté par Ordinateur

« *Copy from one, it's plagiarism ;  
copy from two, it's research.* »

Wilson MIZNER  
(1876–1933)

## Sommaire

---

<b>1.1</b>	<b>Quelques concepts de base . . . . .</b>	<b>12</b>
1.1.1	Interaction Homme-Machine . . . . .	12
1.1.2	Travail Collaboratif Assisté par Ordinateur . . .	13
1.1.3	Environnement Virtuel Collaboratif . . . . .	16
<b>1.2</b>	<b>Analyse des enjeux des Environnements Vir-</b>	
	<b>tuels Collaboratifs . . . . .</b>	<b>19</b>
1.2.1	Favoriser la communication . . . . .	20
1.2.2	Favoriser la coordination . . . . .	22
<b>1.3</b>	<b>Conclusion . . . . .</b>	<b>26</b>

---

**N**É DANS LES ANNÉES 40, l'ordinateur a évolué pour passer du stade de simple additionneur à celui d'« outil universel », sorte de couteau suisse électronique. L'époque des gigantesques calculateurs, réservés au seul monde de la science et des affaires, est bien révolue. De nos jours, l'ordinateur est devenu un produit de consommation courante employé, aussi bien, pour travailler que pour se divertir.

Les techniques d'interaction avec l'ordinateur ont également progressé. Depuis les cartes perforées qui nourrissaient la machine jusqu'à la reconnaissance gestuelle et vocale, en passant par la ligne de commande puis par la manipulation directe, l'Interaction Homme-Machine (IHM) a su tirer parti des évolutions techniques pour réduire le fossé séparant l'automate de l'humanoïde.

Pendant très longtemps, l'IHM fût le parent pauvre de l'informatique. Une raison à cela : les seuls utilisateurs des ordinateurs étaient les programmeurs eux-même. Ce n'est qu'avec l'apparition de l'informatique personnelle, que de nombreuses sociétés ont commencé à réaliser que l'interface utilisateur constituait un enjeux vital pour l'efficacité et pour l'adoption d'un logiciel. Nous sommes alors passés du stade de « *Comment réaliser cette tâche avec cet ordinateur ?* » à celui de « *Quel est le moyen le plus simple de réaliser cette tâche avec cet ordinateur ?* ». Aujourd'hui, un nombre important de sociétés informatiques (Apple, MetaTools, Xerox, ...) et de laboratoires de recherche (HITL, SICS, ...) effectuent des recherches dans le domaine de l'IHM.

Si dans le domaine de l'IHM, le « modèle de l'utilisateur » joue un rôle fondamental dans la conception de systèmes informatisés, dans le récent domaine du Travail Collaboratif Assisté par Ordinateur (TCAO) ce modèle ne suffit plus, il faut l'étendre pour prendre en compte une activité collective réalisée par un groupe d'individus. Même s'il est évident que les IHM des systèmes coopératifs partagent avec celles des systèmes mono-utilisateurs un bon nombre de caractéristiques, notamment au niveau de l'ergonomie, leur élaboration va bien au-delà de la simple extension ou généralisation. La conception des IHM pour le

TCAO doit être abordée immédiatement dans la dimension du travail de groupe et dans une approche plus systémique qui reflète les particularismes de ce domaine d'application. C'est ce que nous avons cherché à réaliser dans le cadre du projet Space, avec la création d'un « Environnement Virtuel Collaboratif » (EVC).

Pour ce premier chapitre, nous nous sommes tout d'abord attachés à définir les concepts de base, les mots-clés, qui sont au cœur du projet Space tels que l'IHM, le TCAO ou les EVC. Il ne s'agit pas pour nous de réitérer l'un des nombreux États de l'Art sur l'IHM ou le TCAO, mais plutôt d'introduire et d'explicitier les notions et les termes récurrents employés dans cet ouvrage. Nous présentons ensuite une analyse des enjeux de ces IHM pour le TCAO afin de fournir des éléments de taxinomie. Ces enjeux guideront également la conception de notre EVC.

## 1.1 Quelques concepts de base

### 1.1.1 Interaction Homme-Machine

L'**Interaction Homme-Machine**<sup>1</sup>, ou **IHM**, peut être définie comme le domaine de recherches pluridisciplinaires qui étudie la manière dont les gens interagissent avec les ordinateurs et les techniques mises en œuvre pour faciliter cette rencontre.

Le « Curriculum Development Group of the Association for Computing Machinery (ACM) » propose une définition plus technique que la précédente qui insiste davantage sur le côté humain. Il définit donc l'IHM comme la discipline ayant trait à la conception, à l'évaluation et à l'implantation de systèmes informatiques destinés aux humains, ainsi qu'à l'étude des phénomènes qui les entourent. Dans ce cadre, le but de l'IHM est par conséquent d'offrir un moyen de faire dialoguer un utilisateur et un système. Ce médiateur est appelé *interface utilisateur* ou *interface homme-machine* (cf. figure 1.1).

À partir des définitions ci-dessus, nous comprenons que la conception d'une interface utilisateur relève d'un travail délicat et complexe, car il se situe à la frontière de deux disciplines fort différentes : l'informatique et les sciences humaines ; comme l'a souligné SALBER (1995) : « *D'un côté l'Homme, dont l'expérience est analogique ; de l'autre, l'ordinateur qui ne sait traiter que de l'information numérisée. D'un côté l'Homme qui, si l'on prend le parti de DESCARTES plutôt que SPINOZA, dispose de son libre-arbitre ; de l'autre l'ordinateur qui est, en général, fondamentalement déterministe.* ».

---

1. Interaction Homme-Machine est la traduction du terme anglais "Human-Computer Interaction", ou encore HCI.

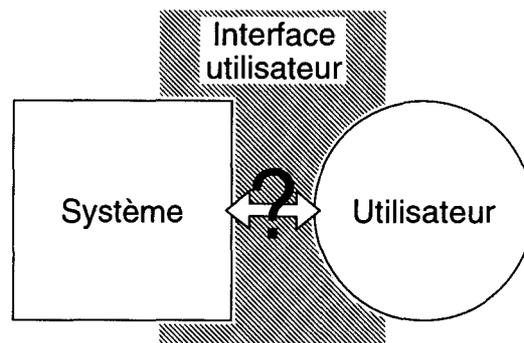


FIG. 1.1 – L’interface utilisateur : un médiateur entre le système et l’utilisateur.

Pour NIELSEN (1993), l’IHM serait le facteur déterminant de l’*utilisabilité*<sup>2</sup>, donc du succès ou de l’échec d’un système informatique. Il énumère cinq propriétés de l’utilisabilité : *Convivialité (Learnability)*, *Efficacité (Efficiency)*, *Mémorisation (Memorability)*, *Fiabilité (Errors)* et *Satisfaction (Satisfaction)*.

- ▷ **Convivialité** : le système devrait être facile à apprendre et à utiliser afin que l’usager puisse rapidement réaliser son travail avec lui ;
- ▷ **Efficacité** : le système devrait être puissant et efficace pour, qu’une fois la phase d’apprentissage passée, l’utilisateur gagne (si possible) en productivité ;
- ▷ **Mémorisation** : le système devrait être facilement mémorisable afin qu’un usager occasionnel puisse s’en servir sans devoir tout réapprendre à chaque fois ;
- ▷ **Fiabilité** : le système devrait posséder un taux d’erreurs très faible et, lorsqu’elles se produisent, faciliter leur récupération ;
- ▷ **Satisfaction** : le système devrait être agréable à utiliser afin que les utilisateurs éprouvent du plaisir à s’en servir.

Pour de plus amples renseignements sur l’IHM, le lecteur pourra se reporter par exemple aux travaux de SCAPIN (1986, 1989), BASTIEN (1991, 1995) et VANDERDONCKT (1994, 1997).

Par ailleurs, des revues internationales sont éditées sur le thème de l’IHM comme « Human-Computer Interaction » et « Interacting with Computers ».

### 1.1.2 Travail Collaboratif Assisté par Ordinateur

Si l’IHM se préoccupe principalement des relations entre un Homme et un ordinateur, un autre domaine de l’informatique s’intéresse aux moyens de faire

2. L’*utilisabilité* (“usability” en anglais), à ne pas confondre avec l’utilité, est un concept implicitement compris par la plupart d’entre-nous lorsque nous devons employer des produits et que nous les trouvons plus ou moins faciles à utiliser.

communiquer et travailler un ensemble de personnes par le biais d'ordinateurs reliés entre-eux. Il s'agit du *Travail Collaboratif Assisté par Ordinateur*.

BRINCK (1992) définit le **Travail Collaboratif Assisté par Ordinateur**<sup>3</sup> (ou **TCAO**) comme le domaine de recherche pluridisciplinaire qui étudie la manière dont un groupe de personnes utilise l'outil informatique pour travailler en commun.

De leur côté, BANNON et SCHMIDT (1991) énoncent une définition qui insiste d'avantage sur l'aspect social de ce travail en groupe : « *le TCAO est le domaine de recherche répondant aux questions suivantes : quelles sont les caractéristiques spécifiques du travail coopératif comme opposé au travail effectué par des individus isolés ? Comment l'informatique peut-elle être appliquée pour soutenir les problèmes logistiques du travail coopératif ? Comment les concepteurs abordent-ils les problèmes délicats et complexes de conception des systèmes qui façonnent les relations sociales ?* »

Le développement rapide des technologies du multimédia, qui offrent la possibilité de numériser le texte, l'image et le son, et l'essor considérable des réseaux informatiques, tels que l'internet, ont enfin permis d'envisager le travail de groupe assisté par ordinateur. De nombreuses sociétés ou équipes de recherches travaillent maintenant à la réalisation de *collecticiels*<sup>4</sup> tels que les éditeurs coopératifs de textes, les visio-conférences avec tableau blanc et documents partagés, les messageries électroniques, . . . dans le but d'offrir de nouveaux moyens de communication et des outils de travail pour l'entreprise, l'enseignement, le commerce, etc.

Ces recherches sur le TCAO ont mis en évidence plusieurs taxinomies des collecticiels. Nous citerons, à titre d'exemple, la *taxinomie par classes d'applications*, qui présente un aperçu de l'étendu du domaine du TCAO (ELLIS, 1991) ; la *taxinomie espace-temps* (JOHANSEN, 1988; RODDEN et BLAIR, 1991), qui projette la précédente dans une matrice (2 × 2) (cf. figure 1.2) et l'extension à 3 × 3, par adjonction de l'aspect prévisible ou non, réalisée par GRUDIN (1993).

Lors des journées IHM'94 à Lille, le groupe de travail SCOOP du Pôle de Recherche Concerté sur la Communication Homme-Machine a défini un modèle ontologique des collecticiels intitulé « *trèfle des systèmes multi-utilisateurs* ». Pourquoi un trèfle ? Parce que trois espaces distincts constituent ce modèle : la *production*, la *coordination* et la *communication* ; et que, traditionnellement,

3. Travail Collaboratif Assisté par Ordinateur est la traduction du terme anglais "Computer Supported Collaborative Work", ou encore CSCW.

4. Un **collecticiel**, traduit de l'anglais "groupware", est un logiciel permettant le Travail Collaboratif Assisté par Ordinateur, c'est-à-dire supportant un processus de production intentionnel et communément admis par tous les participants (JOHNSON-LENZ et JOHNSON-LENZ, 1991).

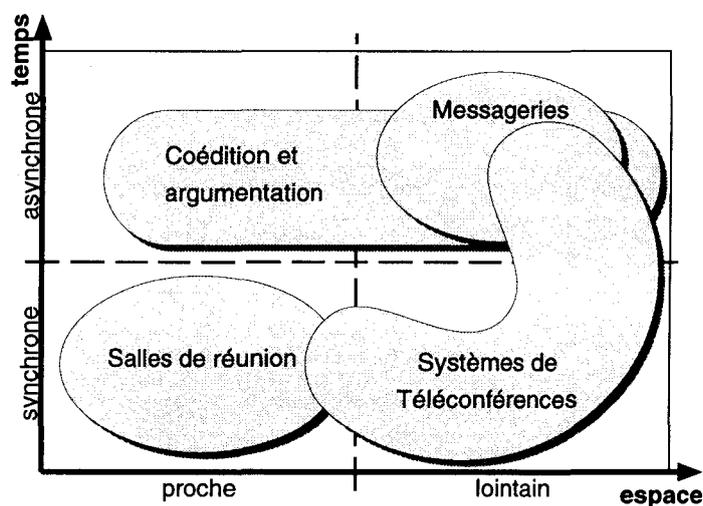


FIG. 1.2 – Taxinomie « espace-temps » des collecticiels d'après RODDEN.

nous les représentons sous la forme d'un diagramme de VENN (1880) comme celui de la figure 1.3.

- ▷ L'**espace de production** décrit les objets qui résultent de l'activité du groupe, par exemple un texte, un programme, etc. ;
- ▷ L'**espace de coordination** permet au groupe d'organiser l'activité, de répartir les tâches dans le temps ;
- ▷ L'**espace de communication** offre aux membres du groupe la possibilité de s'échanger des informations.

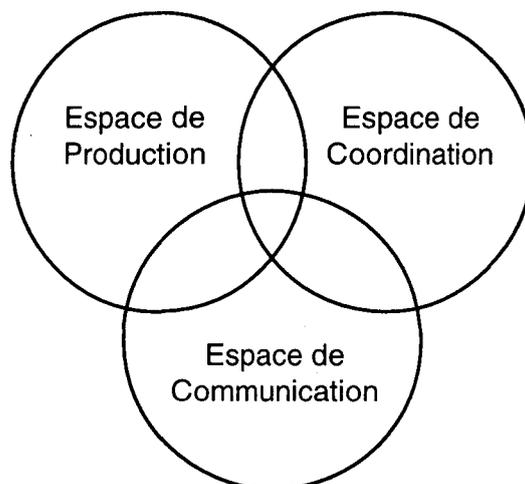


FIG. 1.3 – Le trèfle des systèmes multi-utilisateurs d'après SCOOP.

Par ailleurs, la surface de chacun des pétales du trèfle peut varier en fonction des services offerts par le collecticiel. Ainsi, un éditeur coopératif mettra

d'avantage l'accent sur l'espace de production ; alors, qu'un système de conférence privilégiera l'espace de communication. Cependant, bien que pouvant avoir des proportions forts différentes, chacun de ces trois espaces est nécessaire pour supporter effectivement la collaboration.

De plus amples renseignements sur le TCAO et les collecticiels sont disponibles dans (VILERS, 1992; KARSENTY, 1994; CROISY, 1995; HOOGSTOEL, 1995; SALBER, 1995).

Par ailleurs, des revues internationales sont éditées sur le thème du TCAO comme « CSCW, The Journal of Collaborative Computing » édité chez Kluwer Academic Publishers.

### 1.1.3 Environnement Virtuel Collaboratif

Depuis peu, certaines équipes de recherches ont imaginé pouvoir utiliser des techniques audio-visuelles ou de réalité virtuelle pour concevoir de nouveaux types de collecticiels qui matérialisent un espace virtuel de travail collaboratif dans lequel les participants de l'activité se projettent avec leurs documents et leurs outils. Nous appelons « Environnement, ou Espace, Virtuel Collaboratif » cette branche naissante du TCAO.

La formule « **Environnement Virtuel Collaboratif**<sup>5</sup> » (EVC) désigne une catégorie de collecticiels qui emploient des moyens audio-visuels ou des techniques issues de la *Réalité Virtuelle* pour créer la sensation d'un espace commun partagé par tous les membres du groupe impliqués dans l'activité. Dans ces espaces, les utilisateurs doivent pouvoir rencontrer d'autres personnes, discuter avec elles et travailler ensemble.

Remarque: les Environnements Virtuels Collaboratifs ne doivent pas être confondu avec les systèmes de réalité virtuelle distribués ("Distributed Virtual Reality" en anglais) qui désignent uniquement des applications réparties basées autour de la 3-D. Ces logiciels n'entrent pas dans la catégorie des collecticiels, puisqu'ils ne soutiennent aucun processus de production commun intentionnel. Nous verrons par la suite que certains EVC n'utilisent pas du tout la 3-D, alors qu'ils créent incontestablement un espace virtuel commun de travail. C'est, par exemple, le cas des MédiaSpaces (voir page 36).

La **Réalité Virtuelle (RV)** vise la création sur ordinateur de mondes artificiels dans lesquels l'utilisateur « s'immerge » et avec lesquels il interagit. La RV offre, entre autres, la possibilité de plonger une personne dans une situation simulant en partie la réalité, mais pour laquelle le coût et le danger sont

---

5. Environnement Virtuel Collaboratif est la traduction du terme anglais "Collaborative Virtual Environment", ou encore CVE.

moindres. Ainsi, de nombreux simulateurs ont été élaborés dans le but de former et d'entraîner des pilotes, des chirurgiens ou des militaires aux dernières techniques, sans risquer leur vie ou celle des autres.

Progressivement, l'idée de connecter entre eux ces mondes virtuels s'est développée. Chaque participant plongé dans le système est alors représenté à l'écran par un *avatar*<sup>6</sup>, sorte de double synthétique, peuplant les mondes virtuels partagés. Par la suite, on a intégré des outils coopératifs au sein de ces environnements virtuels multi-utilisateurs, dans le but de supporter et de favoriser les activités de groupe. Ceci a débouché sur le concept de « Réalité Virtuelle Collaborative ».

Les EVC forment une nouvelle catégorie de collecticiels, puisqu'ils autorisent une certaine forme de travail en groupe, mais ils se démarquent des autres outils collaboratifs par le fait qu'ils matérialisent un espace de rencontre et de travail propice à l'activité. Ce n'est pas le cas de la majorité des collecticiels qui se contentent souvent de présenter les objets de l'activité et omettent de concrétiser les notions d'activité, de groupe et d'organisation.

Les limites que nous venons d'évoquer sont mises en exergue dans (BENFORD et al., 1996). Ces auteurs passent en revue les différentes solutions proposées par quelques prototypes actuels et proposent une classification selon trois axes : *Éloignement* (*Transportation*), *Matérialité* (*Artificiality*) et *Spatialité* (*Spatiality*) (cf. figure 1.4).

- ▷ L'**Éloignement** correspond à l'axe « espace » de la classification espace-temps de RODDEN (cf. figure 1.2 page 15) et représente la distance entre les participants ;
- ▷ La dimension **Matérialité** caractérise la réalité de l'espace de travail partagé. Elle s'étend depuis les bâtiments, bien réels, jusqu'aux environnements purement de synthèse, en passant par la *réalité augmentée* qui mixe les deux ;
- ▷ Enfin, la dimension **Spatialité** différencie les niveaux de support des propriétés spatiales. Elle distingue la notion de *lieu* (*place*), « *a basic containing context for participants* », de celle d'*espace* (*space*), « *a context which provides a consistent, navigable and shared spatial frame of reference* ». Nous reviendrons plus en détail sur ces deux notions dans le chapitre 3.

De nombreuses questions sont soulevées par les EVC, telles que le rendu temps réel des images 3-D ou les architectures logicielles réparties pouvant supporter ces mondes virtuels, mais également l'Interaction Homme-Machine. En

---

6. Le mot **avatar** vient du sanscrit *avatāra*, qui signifie « descente », et désigne, dans la religion hindoue, chacune des incarnations du dieu Visnu (*dixit* le Petit Robert).

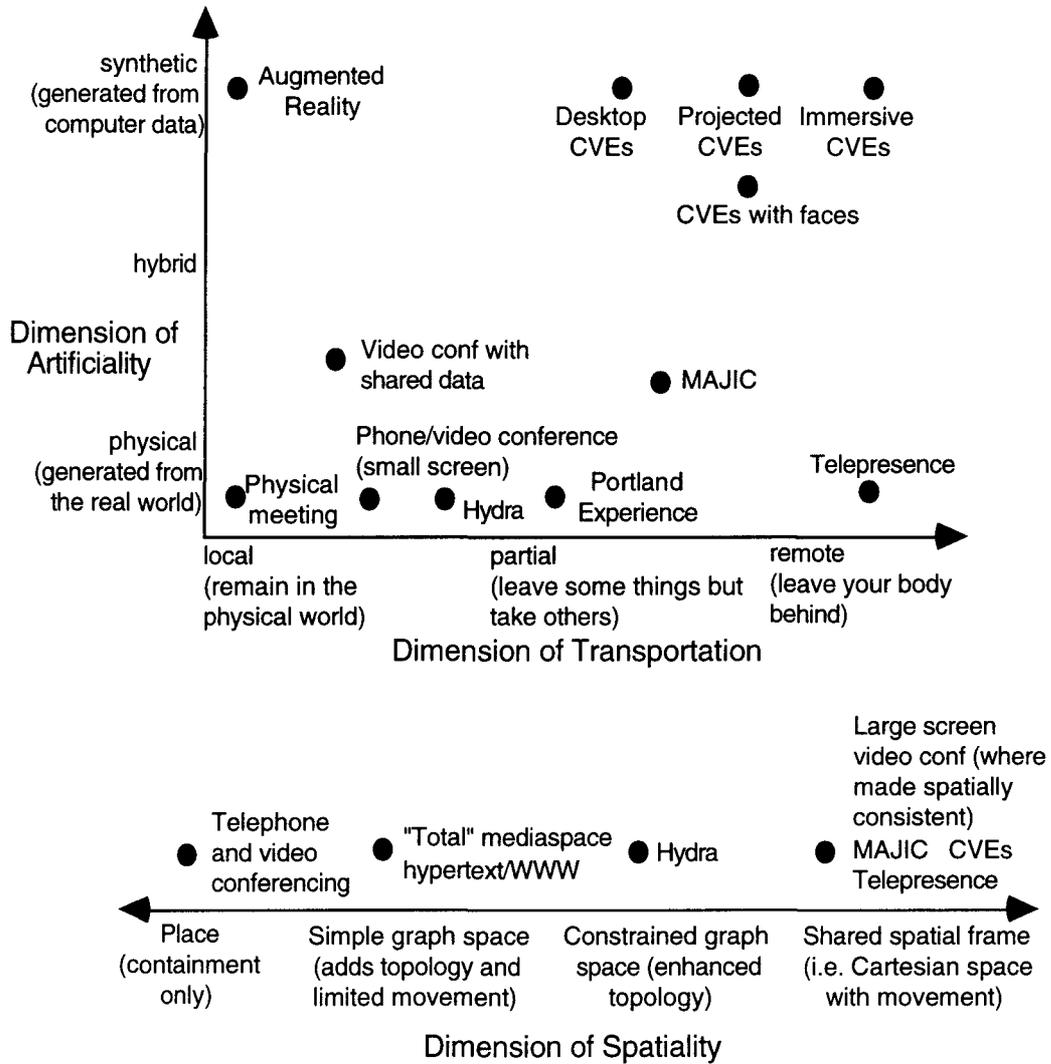


FIG. 1.4 – Classification des collecticiels prônant une approche spatiale selon trois axes : Transportation, Artificiality et Spatiality (selon BENFORD et al.).

effet, l'IHM de ces environnements pose de nouveaux problèmes car, cette fois il ne s'agit plus seulement de communications entre l'Homme et la Machine, mais plutôt d'échanges d'Homme à Homme(s) médiatisés par l'ordinateur. Dans la section suivante, nous présentons les principaux enjeux de ces collecticiels d'un nouveau type, et plus particulièrement en terme d'IHM pour le TCAO.

## 1.2 Analyse des enjeux des Environnements Virtuels Collaboratifs

L'apparition des EVC correspond à une nouvelle étape dans le monde du TCAO. En effet, jusqu'à présent les collecticiels étaient conçus dans le but de supporter une activité bien ciblée, par exemple : un éditeur coopératif de texte pour rédiger ensemble une communication à un congrès ou une visioconférence pour discuter avec les reviewers des remarques sur une soumission. Cela a permis de découvrir et de résoudre un certain nombre de problèmes techniques propres à ce nouveau domaine d'application.

Avec les EVC, il ne s'agit plus de réaliser un collecticiel à usage spécifique, mais plutôt d'intégrer différents outils coopératifs, ou non, afin de bâtir un environnement virtuel complet de travail collaboratif. Cette évolution peut être rapprochée de celle qu'a connu l'IHM lors de l'introduction du multi-fenêtrage. Avant son adoption, l'utilisateur n'était capable d'utiliser qu'une seule application à la fois. Ceci était fort peu pratique et ne correspondait pas aux habitudes de travail non-informatisées. L'adoption du multi-fenêtrage a rendu à l'Homme sa liberté d'action et, par la même, a favorisé un déploiement rapide de l'informatique dans la quasi-totalité des secteurs d'activité.

En procurant cet espace de travail, véritable lieu de rencontre virtuel pour les participants d'une activité, les EVC nous rapprochent un peu plus encore des modes de travail familiers. Le principal atout de ces environnements réside dans la présentation à l'écran d'un espace d'information continu dans lequel l'utilisateur se déplace et agit directement sur ce qui l'entoure, comme il peut le faire dans la réalité. Cette continuité de représentation des éléments d'interaction est une propriété connue en IHM sous le nom de *Seamlessness*<sup>7</sup>. Ce terme est introduit par ISHII (1992, 1993) : « ... les outils informatiques complexes sollicitent trop notre attention, nous distrayant temporairement du travail en cours. *Seamlessness* est la faculté d'éliminer les ruptures (*seams*) inutiles et néfastes ... ». Le principe de *Seamlessness* repose donc sur la nécessité de supporter un mode d'action sans ruptures, plus spontané et plus naturel.

---

7. Il n'existe pas de traduction officielle au mot « *seamlessness* », mais le sens de celui-ci peut être approché en français par continuité, uniformité ou fusion. Cette propriété désigne en IHM des environnements homogènes dans lesquels tous les éléments de l'interface sont assemblés sans démarcations notables

L'espace de travail créé par l'EVC permet, en outre, d'intégrer et de fusionner les trois pétales du trèfle des systèmes multi-utilisateurs de SCOOP (cf. figure 1.3 page 15). En effet, cet espace montre à l'utilisateur les objets de l'activité, c'est-à-dire les documents et les outils servant à les manipuler, mais il présente également des indications sur les autres membres du groupe (qui ils sont, où ils sont, ce qu'ils font, etc.), et offre des outils adaptés pour communiquer avec eux et se coordonner. Si les collecticiels privilégiaient souvent un aspect du trèfle au détriment des deux autres, l'enjeu essentiel des EVC se situe dans la concrétisation, dans l'intégration et dans l'interaction des espaces de production, de communication et de coordination.

Dans ce qui suit, nous allons voir en quoi les EVC peuvent favoriser le travail de groupe médiatisé par ordinateur. Nous laissons volontairement de côté l'espace de production qui relève principalement de la conception des outils collaboratifs (éditeur coopératif, tableau-blanc partagé, ...) pour nous intéresser plus particulièrement aux deux autres pétales du trèfle. En effet, nous ne doutons pas que les EVC puissent favoriser la production, mais nous estimons que cela résulte d'un meilleur support et d'une plus grande intégration des trois espaces du trèfle.

### 1.2.1 Favoriser la communication

Étymologiquement, le mot communication, tiré du latin *communicatio*, se compose des racines *cum*, signifiant « avec » ou « ensemble », et *unio*, qui a donné en français le verbe « unir ». D'autres mots sont formés de ces mêmes racines : « communion » et « communauté », par exemple. Pour nos ancêtres, la communication exprimait l'idée d'une alliance, d'une symbiose avec quelqu'un ou avec quelque chose.

Une définition récente de la communication (ROBESCH, 1997) indique qu'il s'agit d'un processus par lequel une personne transmet volontairement une information vers quelqu'un d'autre par le biais de signaux, de symboles, verbalement ou non, consciemment ou non. Cette information peut revêtir des formes variées : données, pensées, sentiments, intuitions, émotions, expériences, ...

Pour la communauté informatique, la communication n'a longtemps été envisagée que sous l'angle très restrictif des moyens à mettre en œuvre pour transmettre de l'information. Toutefois, le développement de collecticiels a amené un regain d'intérêt pour supporter et favoriser tous les aspects de la communication Homme-Homme médiatisée par l'ordinateur.

Pour étudier les différents facteurs pouvant faciliter la communication au sein des collecticiels, nous avons choisi de reprendre la classification IMPACT présentée dans (SALBER et COUTAZ, 1994b) : IMPACT « offre un espace d'analyse des mécanismes de connexion pour la communication homme-homme médiatisée ».

Comme son sigle l'indique, la classification IMPACT comporte six dimensions qui sont détaillées ci-dessous : *Interaction*, *Médias*, *Traitements (Processsing)*, *Authentification (Authentication)*, *Coopération* et *Temps*.

## Interaction

La dimension **Interaction** indique la nature des liens de communication disponibles entre les participants de l'activité. Elle caractérise plus particulièrement les modes de communication offerts par le système. Quatre modes sont identifiés :  $1 \mapsto 1$ ,  $1 \mapsto n$ ,  $n \mapsto 1$  et  $n \mapsto n$ .

Le mode  $1 \mapsto 1$  met en relation deux utilisateurs uniquement, c'est le cas par exemple du téléphone ou du courrier postal ; le mode  $1 \mapsto n$  met en relation un individu avec un groupe de  $n$  personnes, comme pour la radio ou la télévision ; le mode  $n \mapsto 1$  permet à  $n$  utilisateurs d'interroger une autre personne, le World-Wide Web en est une illustration ; enfin, le mode  $n \mapsto n$  est une combinaison des deux précédents et offre aux  $n$  usagers la possibilité d'être à la fois émetteur et récepteur, comme dans les systèmes d'audio-conférence par exemple.

## Médias

La dimension **Médias** spécifie le nombre de supports audio-visuels utilisés dans le système collaboratif ainsi que leur type : texte, audio, image, objet 3-D, vidéo, ...

## Traitements

La dimension **Traitements** exprime les opérations effectuées sur les flux d'informations transmis. Elle prend en compte les services matériels et logiciels de compression (GIF, JPEG, MPEG, ...) ou de codage (BinHex, MIME, PGP, ...).

## Authentification

La dimension **Authentification** concerne la reconnaissance des utilisateurs par le système. Trois valeurs sont possibles pour cette dimension : *anonyme*, *identifié* ou *identifié avec droits*.

## Coopération

La dimension **Coopération** précise les liens de l'outil de communication avec les deux autres pétales (production et coordination) du trèfle des systèmes multi-utilisateurs.

## Temps

La dimension **Temps** reprend l'aspect temporel de la classification espace-temps de (JOHANSEN, 1988) qui distingue les collecticiels synchrones des asynchrones. Mais SALBER et COUTAZ subdivisent cette dimension en deux notions orthogonales : l'*occurrence* et la *durée*.

L'**occurrence** indique le temps qui s'écoule entre le moment où la connexion est initiée et celui où elle s'établit. Elle peut prendre l'une des trois valeurs suivantes : *immédiate*, *dès que possible* ou *différée*.

La **durée** marque la période pendant laquelle s'étale la communication. Trois valeurs sont également possibles pour une durée : *instantanée* (transfert d'informations très bref, comme dans le cas du courrier électronique), *finie* ou *infinie*.

SALBER et COUTAZ remarquent également qu'une communication synchrone est caractérisée par une occurrence immédiate et une durée finie ou indéterminée ; alors qu'une communication asynchrone a une occurrence différée et une durée instantanée ou finie.

Afin de ne pas multiplier les critères d'évaluation, nous ne conserverons par la suite que quatre des six dimensions proposées dans IMPACT, à savoir : Interaction, Médias, Authentification et Temps, qui se révèlent être les plus pertinentes pour notre étude. La dimension Traitements se rapporte assurément plus aux moyens techniques employés pour transporter l'information qu'aux services offerts aux usagers, elle intéressera donc davantage les concepteurs de collecticiels. Quant à la dimension Coopération, elle sera examinée dans la section suivante qui porte sur la coordination. Dans le chapitre 2, nous emploierons ces quatre dimensions extraites de la méthode IMPACT pour évaluer la qualité du support de la communication dans certains EVC actuels.

Poursuivons notre parcours des espaces du trèfle des systèmes multi-utilisateurs et passons à l'étude du dernier pétale : l'espace de coordination.

### 1.2.2 Favoriser la coordination

Le Petit Robert définit la coordination comme l' « *agencement des parties d'un tout selon un plan logique, pour une fin déterminée* ». MALONE et CROWSTON (1993) la présentent comme un ensemble de processus basiques, sous-jacents à toute tâche collaborative, chargés de gérer les relations entre activités. Dans un centre de recherche créé à cet effet au MIT<sup>8</sup>, ils proposent une étude inter-disciplinaire (informatique, économie, linguistique, sociologie, ...) de la coordination, en vue d'établir une théorie générale.

En informatique, on s'est également intéressé à la coordination d'objets au sein de systèmes dits « multi-agents ». Des modèles mathématiques et des langages ont été élaborés dans le but de synchroniser et de faire collaborer ces entités élémentaires afin qu'ils progressent ensemble vers un but commun. Mais tout cela reste bien élémentaire à côté des facultés humaines mises en jeu

---

8. <http://ccs.mit.edu>

lors de séances de travail en groupe.

« *Le travail est une activité complexe, faite d'interactions entre les participants, de médiations avec les systèmes techniques, de relations avec les objets de la tâche, le tout englobé dans les structures organisationnelles.* »

(RABARDEL et al., 1995).

Le TCAO n'échappe pas à cette règle, il doit offrir aux usagers les moyens de s'auto-organiser. Ceci est bien souvent pris en compte dans les collecticiels en attribuant des droits aux participants et en réglant les conflits d'accès éventuels. Mais cette solution est peu satisfaisante et trop rigide. En effet, la plupart des conflits pourraient être évités simplement en *ayant conscience* des autres et de ce qu'ils font. C'est ce que l'on désigne sous le terme d'*awareness*. DOURISH et BELLOTTI (1992) définissent l'**awareness** (la perception, la conscience et la connaissance) comme « *la compréhension des activités des autres, qui fournit un contexte pour l'activité individuelle. Ce contexte est employé pour s'assurer que les contributions individuelles sont pertinentes par rapport aux actions de l'ensemble du groupe et pour évaluer les actions individuelles, étant donné les buts de ce dernier et l'avancement de la tâche* ».

Dans le domaine des collecticiels, plusieurs équipes se sont récemment penchées sur le concept d'*awareness* en vue de développer des mécanismes favorisant la prise de conscience de groupe (MCDANIEL et BRINCK, 1997). GUTWIN et al. (1996a) ont, en particulier, analysé les techniques mises en jeu lors de séances de travail collectif en présenciel. De leurs travaux, il ressort l'existence de quatre formes d'*awareness* : *Informal*, *Social*, *Group-Structural* et *Workspace*.

- ▷ L'**Informal Awareness** incarne l'intuition que possède un travailleur de la présence ou de la localisation des autres pendant le travail en groupe ;
- ▷ Le **Social Awareness** dépeint le contexte psychologique d'un participant par rapport à l'activité et aux autres membres du groupe, comme son intérêt pour ce travail, son jugement sur les autres, etc. ;
- ▷ Le **Group-Structural Awareness** traduit les connaissances d'un individu sur les rôles respectifs de chacun, sur leurs responsabilités, leur statut, etc. ;
- ▷ Enfin, le **Workspace Awareness** regroupe les indices présents dans l'espace de travail partagé qui révèle l'état actuel du groupe par rapport à l'activité.

Parmi toutes ces formes d'*awareness*, celle qui a suscité le plus d'intérêt pour les environnements de TCAO est le *workspace*. Ceci n'est pas surprenant,

puisque la majorité des travaux sur les collecticiels vise le support du travail collaboratif synchrone en proposant un simple partage des documents et des outils coopératifs.

Ces dernières années, plusieurs projets portant sur la sélection des informations les plus pertinentes concernant l'awareness et leur présentation à l'écran ont vu le jour.

Ainsi « *GroupDesk* » (FUCHS et al., 1995), est un projet du GMD qui vise la « *réalisation d'un espace partagé électronique distribué pouvant supporter la coopération non structurée entre des participants distants* ». Un des premiers résultats de ce projet est une classification du workspace awareness selon deux axes : le *couplage* et la *synchronisation* (cf. tableau 1.1).

- ▷ le **couplage** indique si deux participants partagent le même point de vue (mode *couplé*, c'est-à-dire en WYSIWIS<sup>9</sup> strict), ou des points de vue différents (mode *découplé*, ou WYSIWIS relaxé), sur l'espace de travail partagé ;
- ▷ la **synchronisation** renseigne si les participants travaillent en même temps (mode *synchrone*), ou successivement (mode *asynchrone*).

TAB. 1.1 – Classification de l'awareness d'après *GroupDesk*.

MODES	synchrone	asynchrone
<b>couplé</b>	Que se passe-t-il maintenant dans ma vue de l'activité ?	Que s'est-il passé dans ma vue de l'activité depuis ma dernière visite ?
<b>découplé</b>	Quels sont les éléments importants qui se déroulent ailleurs que dans mon champ de vision ?	Est-ce que quelque-chose d'important s'est produit récemment ailleurs que dans mon champ de vision ?

BENFORD propose un autre modèle, intitulé « *MASSIVE* », qui exploite les positions respectives des utilisateurs et des objets (GREENHALGH et BENFORD, 1995a). Ce modèle spatial repose principalement sur les concepts d'*aura*, de *focus* et de *nimbus*. Chaque objet du modèle possède une **aura** qui l'entoure et qui traduit son influence dans l'espace. Le **focus** précise sa zone d'attention et le **nimbus** sa zone de projection. L'ensemble de ces trois notions permet d'administrer différents niveaux de conscience. Par exemple, plus un objet *A* est dans le focus d'un objet *B*, alors plus *B* est conscient de *A*. De même, plus un objet *A* est dans le nimbus d'un objet *B*, alors plus *A* est conscient de *B* (cf. figure 1.5).

9. What You See Is What I See : ce que vous voyez est ce que je vois.

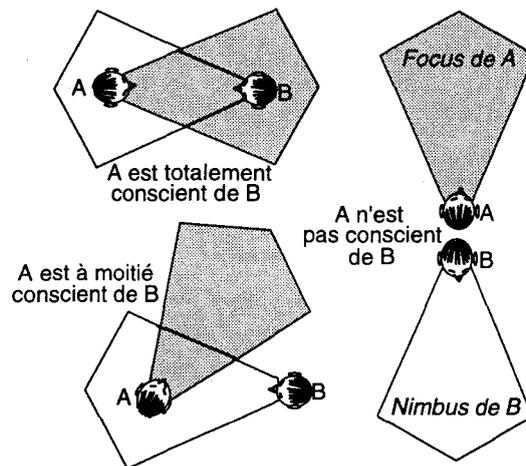


FIG. 1.5 – Trois différents niveaux de conscience qu'a A de B, en fonction du focus de A et du nimbus de B, dans le modèle spatial d'awareness MASSIVE.

Ce modèle spatial est employé pour activer les différents médias (image, son, texte, ...) associés aux objets peuplant l'espace virtuel partagé et à les contrôler (niveau de détail de l'image, volume sonore, réception d'un message, etc.). Nous reviendrons plus en détail sur MASSIVE dans les chapitres 2 et 3.

### Workspace Awareness (d'après GUTWIN *et al.*)

Dans (GUTWIN *et al.*, 1996a; GUTWIN *et al.*, 1996b), les auteurs présentent leur démarche de recherche sur l'awareness. Ils y distinguent les quatre étapes nécessaires à l'intégration de l'awareness dans un collectif : l'*Information* (*Information*), l'*Adaptation* (*Adaptation*), la *Présentation* (*Presentation*) et l'*Évaluation* (*Evaluation*).

- ▷ L'étape d'**Information** pendant laquelle il s'agit de déterminer quelles sont les informations sur l'awareness que l'utilisateur peut souhaiter et/ou avoir besoin ;
- ▷ L'étape d'**Adaptation** où l'on estime si l'information retenue peut être adaptée au cadre spécifique du collectif ;
- ▷ L'étape de **Présentation** qui montre l'information à l'utilisateur du collectif ;
- ▷ Et l'étape d'**Évaluation** qui diagnostique l'ensemble des trois étapes précédentes afin de confirmer, ou d'infirmer, les choix réalisés.

L'ensemble de ces quatre étapes forme ce qu'ils nomment le « *cycle itératif de recherche et développement sur l'awareness* » présenté dans la figure 1.6.

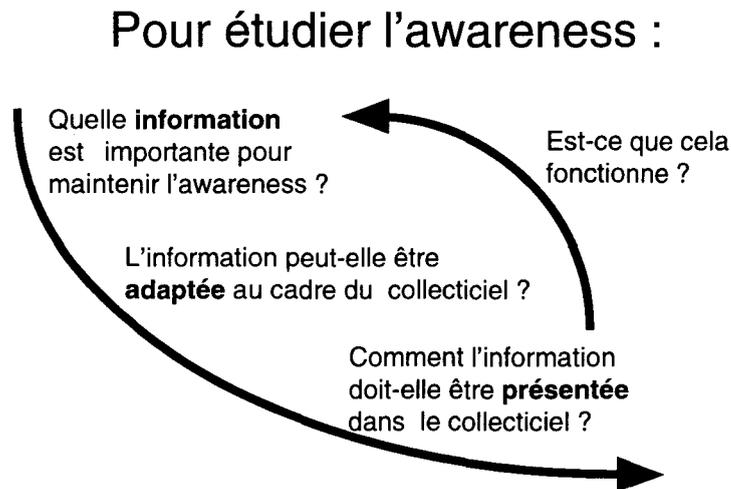


FIG. 1.6 – *Cycle itératif de recherche et développement sur l'awareness.*

Pour faciliter la première étape, qui concerne la recherche des informations devant être intégrées au collectif, les auteurs proposent également un inventaire des *éléments* propres au workspace awareness. Ils fournissent un tableau (cf. tableau 1.2) dans lequel ils énumèrent chaque élément et y associe une question qu'un participant peut être amené à se poser pendant l'activité collaborative.

Dans le chapitre suivant, nous utiliserons les éléments de ce tableau comme critères pour évaluer la qualité du support de la coordination dans les EVC actuels.

### 1.3 Conclusion

Dans ce premier chapitre, nous avons présenté les concepts d'Interaction Homme-Machine, de Travail Collaboratif Assisté par Ordinateur et d'Espaces Virtuels pour le Travail Collaboratif qui sont au cœur de la problématique du projet Space. Puis, nous avons identifié les enjeux auxquels doivent satisfaire les EVC en matière de communication et de coordination (cf. tableau 1.3).

Ces enjeux serviront, d'une part, à évaluer différents produits ou prototypes d'EVC (cf. chapitre 2) et, d'autre part, à guider la réalisation de notre propre prototype d'EVC décrit dans la seconde partie de cette thèse.

TAB. 1.2 – Éléments du « *Workspace Awareness* » selon GUTWIN *et al.*

Élément	Question significative
Identité ( <i>Identity</i> )	Qui participe à l'activité?
Localisation ( <i>Location</i> )	Où travaillent-ils?
Niveau d'activité ( <i>Activity Level</i> )	Sont-ils actifs dans l'espace d'activité partagé? Comment travaillent-ils?
Actions ( <i>Actions</i> )	Que font-ils? Quelles sont leurs activités ou leurs tâches courantes?
Intentions ( <i>Intentions</i> )	Que vont-ils faire? Où vont-ils se rendre?
Modifications ( <i>Changes</i> )	Que modifient-ils? Où les modifications ont-elles lieu?
Objets ( <i>Objects</i> )	Quel(s) objet(s) utilisent-ils?
Extensions ( <i>Extents</i> )	Que peuvent-ils voir? Que peuvent-ils atteindre?
Capacités ( <i>Abilities</i> )	Que peuvent-ils faire?
Zone d'influence ( <i>Sphere of Influence</i> )	Où peuvent-ils faire des modifications?
Attentes ( <i>Expectations</i> )	Que veulent-ils que je fasse ensuite?

TAB. 1.3 – Synthèse des enjeux que devraient satisfaire les EVC.

**Communication**


---

Interaction :	Quels sont les modes supportés parmi les quatre suivants $\{1 \mapsto 1, 1 \mapsto n, n \mapsto 1, n \mapsto n\}$ ?
Médias :	Quels sont les moyens audio-visuels supportés ( <i>texte, image, vidéo, audio, ...</i> ) ?
Authentification :	Quelle connaissance le système a-t-il des utilisateurs ? Sont-ils <i>anonymes, identifiés</i> ou <i>identifiés avec droits</i> ?
Temps :	L'établissement de la connexion s'effectue-t-il de façon <i>immédiate, différée</i> ou <i>dès que possible</i> ? La durée de la communication est-elle <i>instantanée, finie</i> ou <i>infinie</i> ?

**Coordination**


---

Identité :	Qui participe à l'activité ?
Localisation :	Où travaillent-ils ?
Niveau d'activité :	Sont-ils actifs dans l'espace d'activité partagé ? Comment travaillent-ils ?
Actions :	Que font-ils ? Quelles sont leurs activités ou leurs tâches courantes ?
Intentions :	Que vont-ils faire ? Où vont-ils se rendre ?
Modifications :	Que modifient-ils ? Où les modifications ont-elles lieu ?
Objets :	Quel(s) objet(s) utilisent-ils ?
Extensions :	Que peuvent-ils voir ? Que peuvent-ils atteindre ?
Capacités :	Que peuvent-ils faire ?
Zone d'influence :	Où peuvent-ils faire des modifications ?
Attentes :	Que veulent-ils que je fasse ensuite ?

## Chapitre 2

# EVC, ou le virtuel comme monde de collaboration

*« Cyberspace must be made :  
it cannot be discovered.  
Cyberspace is a to-be-constructed  
geography, a new planet, not yet laid  
out and without weather. »*

Michaël BENEDIKT  
Unreal Estates

## Sommaire

---

<b>2.1</b>	<b>Conception collaborative . . . . .</b>	<b>32</b>
2.1.1	GreenSpace . . . . .	32
2.1.2	TeamWave Workplace . . . . .	34
<b>2.2</b>	<b>Espaces virtuels de réunions . . . . .</b>	<b>36</b>
2.2.1	RAVE et Portholes . . . . .	36
2.2.2	DIVA . . . . .	37
2.2.3	DIVE et MASSIVE . . . . .	39
<b>2.3</b>	<b>Visualisation de données . . . . .</b>	<b>42</b>
2.3.1	CAVE . . . . .	43
<b>2.4</b>	<b>Simulation . . . . .</b>	<b>45</b>
2.4.1	Les protocoles SIMNET et DIS . . . . .	45
2.4.2	NPSNET-IV . . . . .	46
<b>2.5</b>	<b>Loisirs . . . . .</b>	<b>47</b>
2.5.1	Doom . . . . .	48
2.5.2	Habitat . . . . .	49
2.5.3	Le Deuxième Monde . . . . .	50
2.5.4	BattleTech . . . . .	51
2.5.5	Loch Ness Adventure . . . . .	52
<b>2.6</b>	<b>Synthèse de l'évaluation de la satisfaction des enjeux . . . . .</b>	<b>53</b>

---

CE CHAPITRE PROPOSE UNE TAXONOMIE par grandes classes d'applications des Environnements Virtuels Collaboratifs (EVC). Nous n'avons pas cherché à établir un inventaire exhaustif de tous les produits, ou prototypes, actuellement disponibles, mais nous avons plutôt retenu les applications représentatives (*driving applications*) dans chaque catégorie.

Pour cette taxonomie, nous nous sommes inspirés de celle de Aaron PULKKA (1995), déjà reprise par Lise DÉMOULIN (1996), qui distingue cinq domaines d'application dans les EVC :

1. la *conception collaborative* ;
2. les *espaces virtuels de réunion* ;
3. la *visualisation de données* ;
4. la *simulation* ;
5. les *loisirs*.

Pour chacune des applications présentée, nous évaluerons les enjeux identifiés dans le chapitre précédent. Pour la plupart d'entre-eux, cette évaluation a été établie à partir d'informations extraites d'articles les présentant ou les évaluant. Il est donc clair que l'analyse que nous présentons dans ce chapitre n'a pas pour but de donner un jugement sur la valeur, ou l'aptitude, des ces systèmes, mais plutôt d'évaluer qualitativement leur support de la communication et de la coordination.

## 2.1 Conception collaborative

Comme l'explique le journaliste scientifique Michaël SCHRAGE, dans son livre « Shared Minds », la complexité croissante des technologies et de l'organisation de la société a amené les individus à développer une spécialisation accrue. Pour produire de nouveaux objets ou services, il est désormais nécessaire de faire communiquer et coopérer un grand nombre de personnes, toutes spécialistes dans leur domaine, et donc de mettre en œuvre des outils de conception collaboratifs.

L'élaboration d'objets techniques requiert la visualisation et la manipulation d'une grande quantité d'informations. En cela, les EVC utilisant la 3-D présentent de nombreux avantages. Ils permettent, tout d'abord, de représenter de façon continue l'ensemble des objets d'intérêts. Ils offrent, ensuite, la possibilité de manipuler directement les objets, sans devoir recourir à des commandes clavier, et d'observer immédiatement le résultat. Enfin, ils autorisent plusieurs utilisateurs à parcourir (*walkthrough*) et à éprouver une représentation graphique tridimensionnelle de l'objet envisagé.

Deux principaux domaines d'applications tentent d'exploiter les nouvelles possibilités des EVC en matière de conception collaborative. Il s'agit de l'architecture, qui cherche à remplacer les plans papiers et les maquettes, et la Conception Assistée par Ordinateur (CAO) industrielle. Nous présentons dans ce qui suit deux exemples d'EVC appliqués à la conception collaborative

### 2.1.1 GreenSpace

« GreenSpace » est un projet de recherche commun au Human Interface Technology Laboratory (HITL)<sup>1</sup> de l'Université de Washington et au Fujitsu Research Institute (FRI)<sup>2</sup> de Tokyo (MANDEVILLE et al., 1995). Le but de ce programme, qui a débuté en 1993, est de concevoir et de proposer un nouvel espace de communication, d'échange d'informations et de travail en groupe. Grâce à l'emploi de la réalité virtuelle, cet espace doit, selon ses concepteurs, « *aider les peuples du Monde à vaincre les distances, briser les barrières de la langue et abolir les différences culturelles* ».

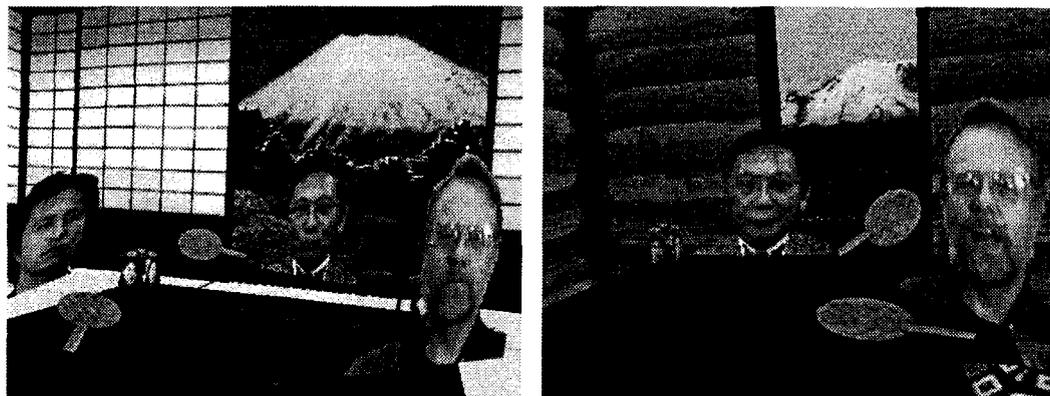
Dans la première phase, le but initial de ce projet est de développer un environnement de communication virtuel immersif dans lequel les participants distants puissent sentir la présence des autres, la *co-présence*. Un premier prototype est présenté au NICOGRAPH, équivalent japonais du SIGGRAPH, à Tokyo en novembre 1994. Il tourne sur des stations de travail Silicon Graphics connectées entre-elles par le réseau téléphonique numérique RNIS. Les utilisateurs du système portent un casque de réalité virtuelle (Head Mounted Display,

---

1. <http://www.hitl.washington.edu>

2. <http://www.fujitsu.co.jp/hypertext/fri/english/index.html>

ou HMD), pour capter la direction du regard et diffuser les images de synthèse ainsi que le son. Ils manipulent un périphérique 3-D (Polhemus FastTrack) pour agir dans l'espace virtuel. Pour la démonstration, deux participants situés à Tokyo et deux autres participants situés à Seattle ont pu ainsi se réunir virtuellement autour d'une table (cf. figure 2.1). L'application proposée consistait en un jeu coopératif dans lequel les différents intervenants tentaient de guider, à l'aide de raquettes, des créatures volantes vers des boîtes situées aux quatre coins de la table.



a – Vue des participants américains situés à Seattle.

b – Vue des participants japonais situés à Tokyo.

FIG. 2.1 – Deux captures d'écran de GreenSpace I.

Après cette première étude de faisabilité, la seconde phase prévoit d'étendre ces concepts et de les appliquer à un domaine d'application particulier : l'architecture. Un nouveau prototype est en cours de réalisation, il devrait servir de moyen de communication entre architectes et clients afin de remplacer les habituels croquis envoyés par fax et commentés au téléphone. Les participants sont représentés par un avatar stylisé qui possède un bras articulé, servant d'outil de désignation, et déambulent dans un modèle 3-D du bâtiment.

TAB. 2.1 – Les enjeux supportés par « GreenSpace ».

#### Communication

---

Interaction :	$n \mapsto n$ .
Médias :	image 3-D et audio.
Authentification :	?
Temps :	immédiat — fini.

#### Coordination

---

Identité :	chaque participant est représenté par un avatar.
Extensions :	un modèle réduit des autres bâtiments est présent dans la salle de travail.

### 2.1.2 TeamWave Workplace

« TeamWave Workplace »<sup>3</sup> est un collecticiel commercial, basé sur la métaphore de Room, disponible pour les systèmes d'exploitation Mac OS, Unix et Windows. Il découle du projet de recherche de l'université de Calgary intitulé « TeamRooms » (ROSEMAN et GREENBERG, 1996a; ROSEMAN et GREENBERG, 1996b) lui même conçu à partir de « Groupkit » (ROSEMAN et GREENBERG, 1992; ROSEMAN, 1993), une boîte à outil servant à élaborer des collecticiels synchrones.

Dans sa version 3.0, TeamWave Workplace intègre une quinzaine d'outils collaboratifs élémentaires (*applets*) qui permettent à un groupe d'utilisateurs répartis de partager des informations et de travailler ensemble via le réseau Internet. Parmi ces collecticiels élémentaires, nous trouvons principalement un agenda, un bloc-note, un browser web synchronisé, un outil de vote, un outil de dessin vectoriel et un visualiseur de fichiers texte. Il est également possible de concevoir et d'ajouter des applications spécifiques avec le kit de développement GroupKit.

TeamWave Workplace présente à l'utilisateur local une grande surface de travail partagée, appelée *Pièce (Room)*, sur laquelle il peut écrire, dessiner et y placer des *applets* (cf. figure 2.2). Cette surface étant plus vaste que l'écran, un radar en propose une vue réduite qui indique la zone visualisée par chacun des participants présents. En plus du radar, un télépointeur permet aux utilisateurs de désigner précisément une zone ou un élément de la pièce.

Par ailleurs, une liste des utilisateurs présents dans la même pièce, ou dans une pièce voisine, est affichée en haut de la fenêtre. Le temps écoulé depuis leur dernière action sur la surface de travail partagée est également indiqué afin de connaître leur taux d'activité. Il est possible d'obtenir plus d'informations sur un participant en ouvrant sa carte de visite.

Plusieurs moyens de communication entre utilisateurs sont disponibles : un *pager* pour envoyer un court message à un participant en particulier, un *chatter* pour dialoguer avec toutes les personnes présentes dans la pièce et la surface de travail pour annoter ou dessiner. L'audio-conférence n'est pas encore supportée, mais les concepteurs envisagent la possibilité d'exploiter le logiciel de visioconférences NetMeeting™ (sous Windows uniquement) pour la prochaine version.

TeamWave repose sur une architecture client-serveur qui facilite la gestion de la cohérence des différents sites et de la persistance des pièces entre les sessions de travail. En outre, il offre la possibilité de prendre des *instantanés (snapshots)* de l'espace de travail pour évaluer les changements qui s'y sont produits. TeamWave peut, par conséquent, convenir aussi bien à des séances de travail synchrone qu'asynchrone.

---

3. <http://www.teamwave.com>

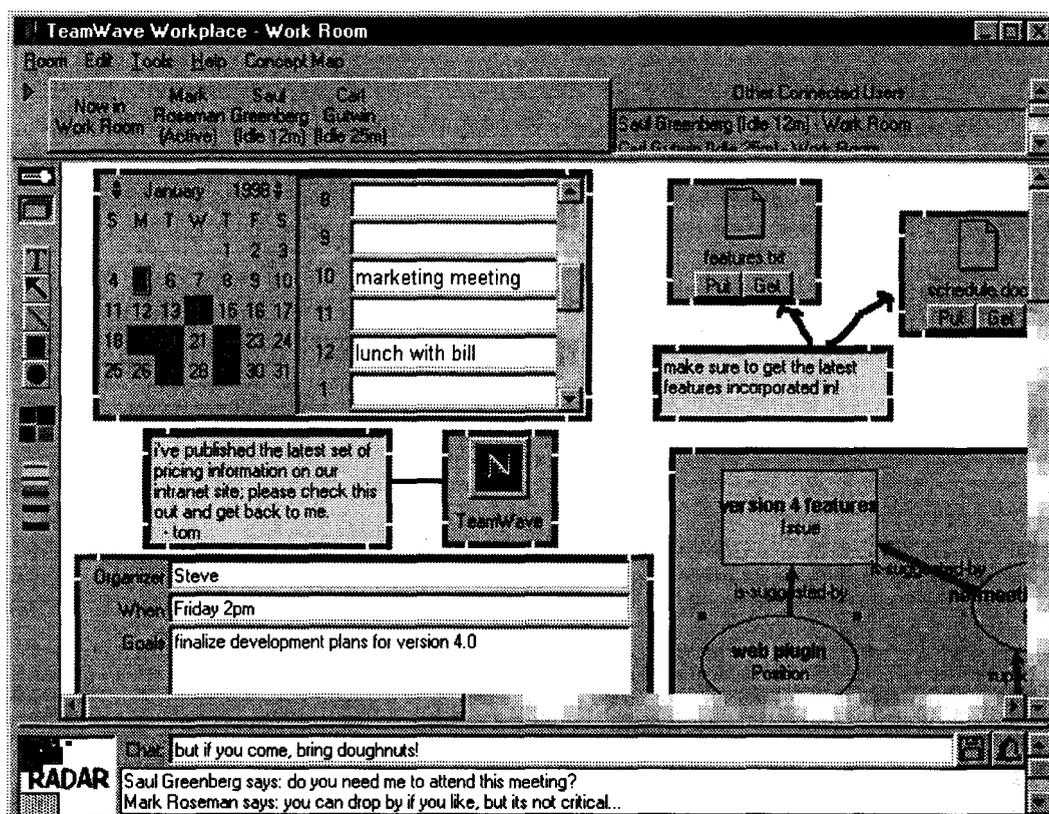


FIG. 2.2 – Une copie d'écran de TeamWave Workplace présentant une pièce qui comporte plusieurs applets et dans laquelle se trouvent trois participants.

TAB. 2.2 – Les enjeux supportés par « TeamWave Workplace ».

### Communication

Interaction :	$1 \mapsto 1$ et $n \mapsto n$ .
Médias :	texte et dessin.
Authentification :	identifié.
Temps :	immédiat ou dès que possible — instantané.

### Coordination

Identité :	une liste de tous les participants présents est affichée et leur carte de visite est accessible.
Localisation :	un « radar » indique la surface visualisée par chaque participant.
Niveau d'activité :	le temps écoulé depuis la dernière action sur la surface de travail partagée est affiché en dessous du nom de chaque participant.
Actions :	uniquement pour la zone visible de la pièce.
Modifications :	uniquement pour la zone visible de la pièce.

## 2.2 Espaces virtuels de réunions

Cette section présente des applications qui tentent de reproduire le comportement social d'une salle de réunion sur un écran afin de faciliter la communication entre les participants. Pour cela, deux méthodes sont utilisées : le *MédiaSpace* et la *télévirtualité*. Nous ne parlerons pas des systèmes d'audio/visioconférences qui ne sont pas considérés comme des EVC dans la classification de BENFORD (cf. figure 1.4 page 18) car ils ne « transportent » pas leurs usagers en un lieu virtuel.

Le concept de **MédiaSpace** a été inventé il y a plus de dix ans au Xerox PARC (BLY et al., 1993). Il s'agit de proposer, par le biais de moyens vidéos et informatiques, une fenêtre vers un, ou plusieurs, autres lieux de travail afin de créer la sensation d'un espace commun (SALBER et COUTAZ, 1994a; BEAUDOUIN-LAFON, 1996).

La **télévirtualité**<sup>4</sup>, quant à elle, peut être définie comme l'utilisation de techniques propres à la Réalité Virtuelle (RV) pour réaliser un outil de téléconférence.

Une différence fondamentale sépare ces deux types d'environnement : le premier offre une connexion permanente entre les sites, alors que le second ne tolère qu'un usage ponctuel. Un MédiaSpace induira donc plus de flexibilité, de naturel et de spontanéité dans les relations de travail qu'un système de télévirtualité.

### 2.2.1 RAVE et Portholes

« RAVE » (Ravenscroft Audio Video Environment) est un exemple de MédiaSpace développé au Xerox EuroPARC<sup>5</sup> (GAVER et al., 1992). À l'origine du projet : un sentiment d'isolement des personnels de l'EuroPARC répartis dans 27 bureaux sur quatre étages. On décida donc d'équiper chaque bureau d'une caméra et d'un moniteur vidéo, d'un microphone, d'un haut-parleur et de raccorder le tout à un commutateur audio-vidéo piloté par ordinateur (cf. figure 2.3). Le dispositif audio-visuel permet l'affichage d'images en provenance d'autres bureaux et l'instauration de liaisons bi-directionnelles audio/vidéo entre deux bureaux. Cet environnement de travail augmenté peut ainsi supporter tout un panel d'activités allant de la simple sensation de présence des collègues (*casual awareness*) au travail collectif synchrone (*focussed collaboration*).

Le problème majeur d'un tel système audio/visuel réside dans la protection de l'intimité, le célèbre syndrome du « Big Brother » de 1984 (ORWELL, 1950). Pour tenter de le résoudre, deux techniques complémentaires sont implantées

---

4. <http://www.ina.fr/INA/Recherche/TV/TV.fr.html>

5. <http://www.rxrc.xerox.com>

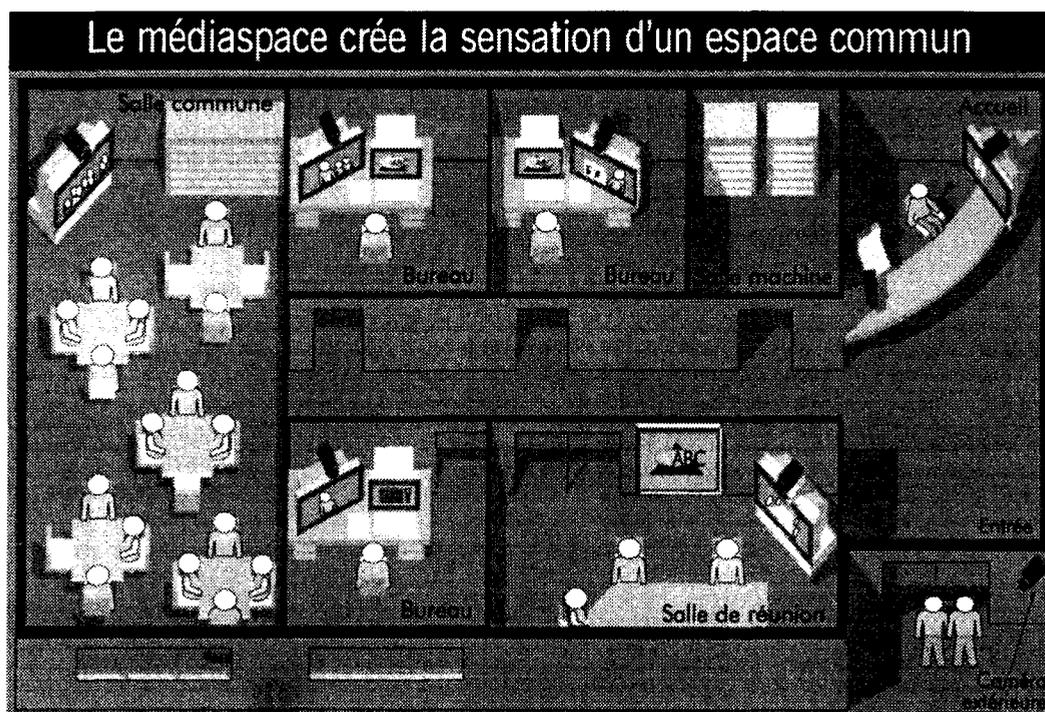


FIG. 2.3 – Schéma d'ensemble d'un MédiaSpace.

dans RAVE. Premièrement, un superviseur de connexion (« Godard ») mémorise, de façon automatique pour chaque usager, les autorisations d'accès du reste du groupe. Ainsi, l'utilisateur n'a plus à répondre explicitement à chaque nouvelle demande de connexion, c'est Godard qui autorise ou non l'accès selon les habitudes de travail de ce dernier. Deuxièmement, des indices sonores sont diffusés par les haut-parleurs afin d'avertir les usagers de l'imminence d'événements particuliers tels que les arrivées ou les départs, par exemple.

Après cette première expérience plutôt positive, un autre projet de Médiaspace voit le jour : « Portholes » (DOURISH et BELLOTTI, 1992; DOURISH et al., 1994). Il relie Xerox PARC et Xerox EUROPARC, deux laboratoires de recherches distants de près de dix mille kilomètres. Portholes présente des fonctionnalités accrues comme la gestion d'une visio-conférence sur quatre sites (« Confer ») et de nouveaux outils comme un éditeur graphique partagé (« Shdr »).

### 2.2.2 DIVA

« DIVA » (Dynamic Interface for cooperatiVe Activities) est un projet de recherche du GMD<sup>6</sup> (SOHLENKAMP et CHWELOS, 1994) qui se situe à la frontière entre le médiaspace et la télévirtualité. Ce projet propose une alternative à la métaphore du bureau pour le travail en groupe intitulée *Bureau Virtuel*, où les utilisateurs se réunissent dans les salles d'un bâtiment virtuel (cf. figure 2.4).

6. <http://www.gmd.de>

TAB. 2.3 – Les enjeux supportés par « RAVE » et « Portholes ».

**Communication**


---

Interaction :	$1 \mapsto 1$ , $1 \mapsto n$ et $n \mapsto 1$ .
Médias :	audio et vidéo.
Authentification :	identifié avec droits.
Temps :	immédiat — instantané, fini ou infini.

**Coordination**


---

Identité :	une liste des nœuds audio-vidéo disponibles est proposée pour la sélection et l'établissement d'une connexion.
Localisation :	une mosaïque présente une vue d'ensemble de tous les nœuds.
Extensions :	le superviseur de connexion « Godard » filtre les activations des nœuds audio-vidéo.

Deux motivations sont à la base du projet : primo, intégrer les multiples technologies existantes dans les collecticiels ; secundo, fournir une interface dans laquelle les utilisateurs puissent retrouver, réutiliser, leurs connaissances et leurs habitudes de travail en groupe. Côté intégration, DIVA gère la communication de groupe et la coopération de façon synchrone et asynchrone. Côté interface, le bureau virtuel présente les cinq principaux éléments présents sur nos lieux de travail usuels, à savoir : les *pièces*, les *tables*, les *personnes*, les *documents* et les *attachés-cases*.

- La **pièce** sert de container aux quatre autres éléments et délimite également la portée des outils de communications audio/vidéo. Une pièce peut être, selon son usage, privée ou publique ;
- La **table** borne un espace de travail synchrone à fort couplage. Une pièce peut comporter plusieurs tables créant, ainsi, plusieurs espaces de travail synchrones faiblement couplés entre-eux ;
- Chaque **personne** est identifiée par une petite photo doublée d'un nom. Cette icône peut être déplacée par son propriétaire pour indiquer une migration vers une autre tâche (autre table), ou vers un autre lieu de travail (autre pièce) ;
- Les **documents** sont symbolisés par des icônes similaires à celles présentes dans le *Finder*<sup>™</sup> de Mac OS ou dans l'*Explorateur*<sup>™</sup> de Windows. Ces icônes renseignent l'utilisateur sur la nature du document — un texte, une feuille de calcul et un dessin seront représentés par trois icônes distinctes, par exemple — et sont accompagnées du nom du document associé. Des indices visuels fournissent des renseignements supplémentaires sur son statut, comme la présence éventuelle d'annotations ou de modifications apportées depuis sa dernière lecture ;

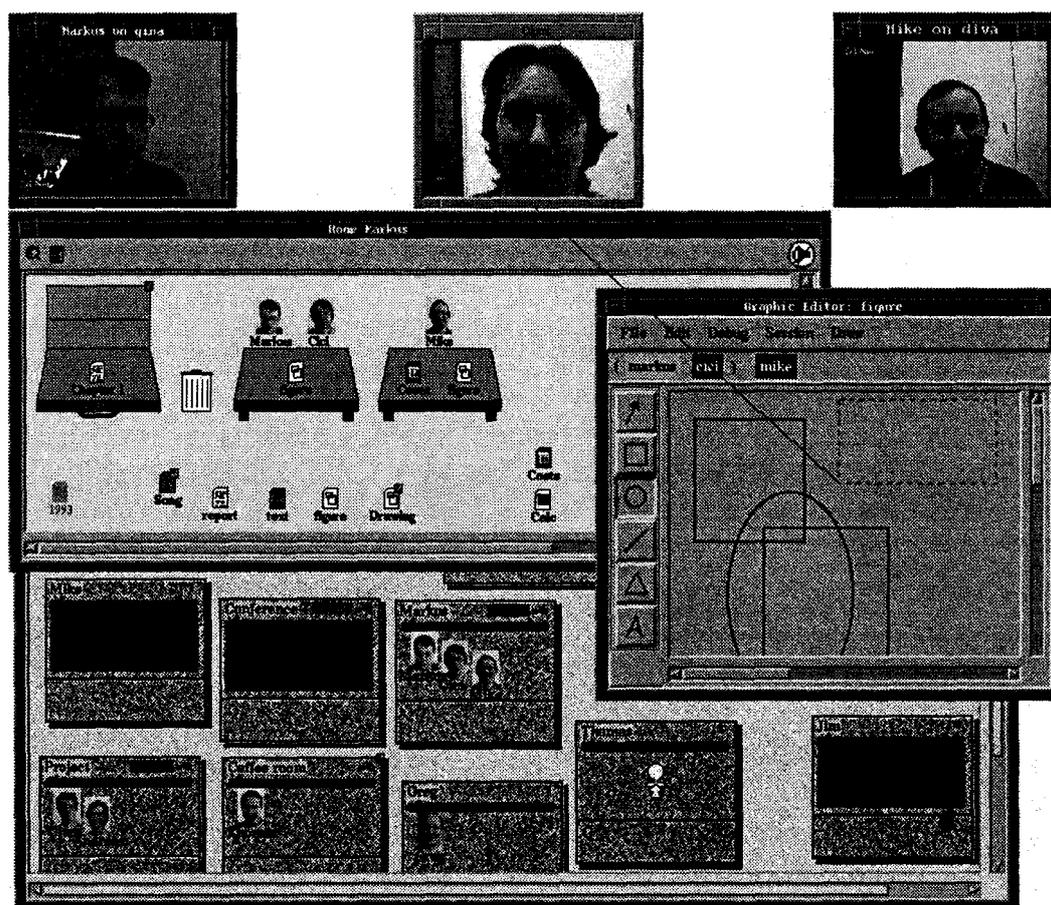


FIG. 2.4 – Capture d'écran du bureau virtuel de DIVA.

- L'**attaché-case** est, comme dans la vie réelle, le moyen privilégié pour emporter avec soi et déplacer des documents entre différentes pièces.

### 2.2.3 DIVE et MASSIVE

« DIVE » (Distributed Interactive Virtual Environment) est une plateforme expérimentale développée, par le Swedish Institute of Computer Science (SICS)<sup>7</sup> qui autorise la construction d'environnements collaboratifs virtuels immersifs, basés sur la synthèse d'images tridimensionnelles en temps réel (BENFORD et FAHLÉN, 1994).

Les utilisateurs de DIVE naviguent dans un espace 3-D où ils peuvent se rencontrer et communiquer avec d'autres usagers du système. Chaque *acteur* — c'est le nom donné aux participants — est représenté par un avatar choisi parmi trois formes : un *blockie* (superposition de deux cubes, l'un pour la tête, l'autre pour le corps, stylisant l'anatomie humaine), une image 2-D provenant

7. <http://www.sics.se>

TAB. 2.4 – Les enjeux supportés par « DIVA ».

<b>Communication</b>	
Interaction :	$1 \mapsto 1$ et $n \mapsto n$ .
Médias :	texte, image 2-D, audio et vidéo.
Authentification :	identifié avec droits.
Temps :	immédiat ou différé — instantané ou fini.
<b>Coordination</b>	
Identité :	des icônes (photo + prénom) fournissent la liste des personnes présentes dans une pièce.
Localisation :	une liste de toutes pièces (et des personnes qui s'y trouvent) est disponible.
Actions :	uniquement pour les participants assis autour de la même table.
Modifications :	uniquement pour les participants assis autour de la même table.
Extensions :	une fenêtre symbolise la pièce et présente, sous forme d'icônes, l'ensemble des documents.
Capacités :	l'attaché-case délimite l'espace privé.
Zone d'influence :	des tables délimitent différents espaces de travail synchrones.

d'une caméra vidéo ou une forme humanoïde sur laquelle une photographie du visage est plaquée.

Deux interfaces utilisateur sont disponibles. La première, immersive nécessite l'emploi de deux capteurs 3-D : un *Head Mounted Display* (HMD ou casque de réalité virtuelle) pour recueillir des informations sur le point de vue de l'utilisateur et un périphérique 3-D pour se déplacer. La seconde, non-immersive utilise la souris pour contrôler les déplacements et, *via* un widget, les changements de point de vue.

La conscience des autres acteurs ou *awareness* est explicitement fournie par DIVE. Elle est négociée en temps-réel selon le modèle spatial d'interaction pour grands environnements virtuels *MASSIVE* (BENFORD et FAHLÉN, 1993).

« *MASSIVE* » (Model, Architecture and System for Spatial Interaction in Virtual Environments) est un projet du Communication Research Group de l'Université de Nottingham (GREENHALGH et BENFORD, 1995a et 1995b). Il désigne, à la fois, un modèle spatial d'interaction et un environnement expérimental distribué, supportant des activités coopératives, qui implémente le modèle sur la plateforme DIVE.

Le modèle répond à deux principaux enjeux : faciliter l'extensibilité (*scalability*) du système (GREENHALGH, 1996a et 1996b) et gérer les interactions dans l'espace (BENFORD et GREENHALGH, 1997). Ces enjeux sont atteints grâce à l'introduction des concepts d'*aura*, de *focus*, de *nimbus* et d'*awareness* (voir page 24). Pour chaque média (texte, image, son, etc.), l'aura peut avoir une taille et une forme différente. Lorsque l'aura d'un acteur entre en contact avec celle d'un autre usager, il y a négociation pour établir une communication via le média associé en fonction du focus du premier et du nimbus du second (*cf.* figure 2.5). L'utilisateur n'a pas connaissance de la complexité de ces calculs, le système lui fournit simplement des indices visuels ou sonores sur la co-présence, la conscience, des autres acteurs (un exemple des différents niveaux de conscience est donné pour le médium textuel dans le tableau 3.1 page 70).

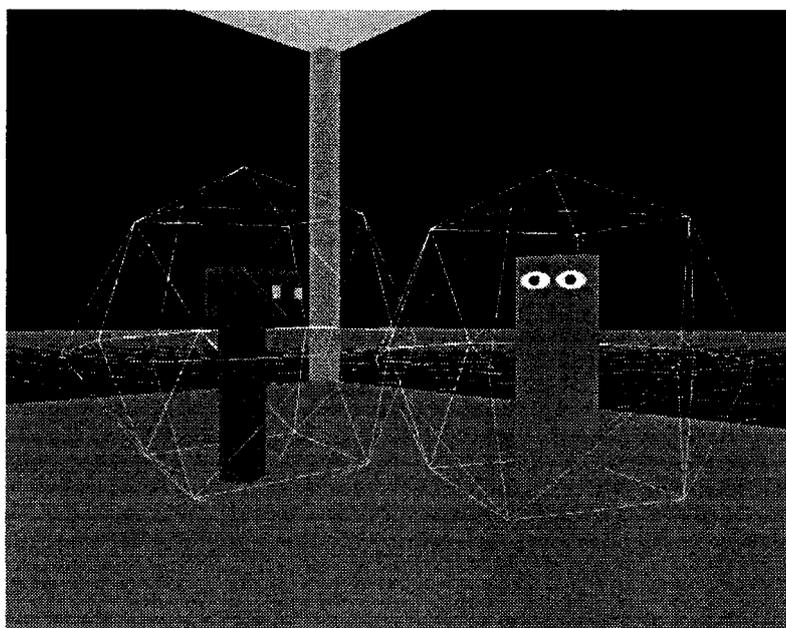
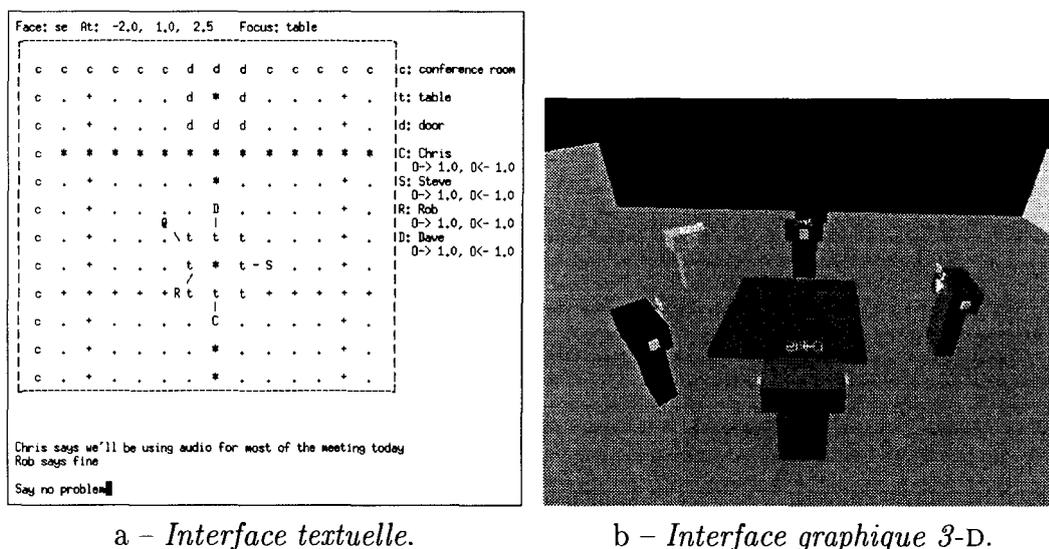


FIG. 2.5 – La visualisation des blockies et des auras dans MASSIVE.

Les utilisateurs de MASSIVE disposent de trois médias régis par le modèle spatial ci-dessus : le texte, l'audio et l'image de synthèse . L'interface textuelle (*cf.* figure 2.6.a) propose une vue 2-D du dessus du monde, ou *map*, proche de celle des MUDs<sup>8</sup>. Dans cette configuration, les utilisateurs sont représentés à l'écran par leur initiale et ne peuvent s'échanger que des messages textuels. L'interface audio permet une communication vocale en temps-réel et la diffusion de sons pré-enregistrés. L'interface graphique (*cf.* figure 2.6.b) offre aux utilisateurs la possibilité de naviguer dans un espace 3-D où il sont symbolisés par une figure géométrique en forme de « T » comportant simplement des yeux et des oreilles. L'un des principaux attraits de MASSIVE réside dans la possibilité de mixer ces trois interfaces selon la puissance du terminal de l'utilisateur,

8. Multi-User Dungeons, *cf.* page 47

et donc de pouvoir faire collaborer des utilisateurs ayant des configurations et des représentations extrêmement différentes.



a – Interface textuelle.

b – Interface graphique 3-D.

FIG. 2.6 – Deux captures d'écran de MASSIVE.

Plusieurs expériences ont été réalisées avec MASSIVE dans le but d'étudier, d'une part, les modes de déplacement des usagers (GREENHALGH, 1997) et, d'autre part, les comportements humains au sein d'un espace virtuel 3-D (BENFORD et GREENHALGH, 1997).

TAB. 2.5 – Les enjeux supportés par « MASSIVE ».

### Communication

---

Interaction :	$n \mapsto n$ .
Médias :	texte, image 3-D et audio.
Authentification :	identifié.
Temps :	immédiat — fini.

### Coordination

---

Identité :	seul le nom des avatars à portée de vue est indiqué.
Extensions :	le modèle spatial évalue les possibilités d'interactions.

## 2.3 Visualisation de données

Dans cette troisième section, nous abordons les systèmes de visualisation de données. L'idée générale sous-jacente de cette catégorie d'EVC est d'élaborer une représentation spatiale d'un ensemble de données et d'y « faire pénétrer » un, ou plusieurs, utilisateurs dans le but de faciliter leur analyse. Ces systèmes

sont également connus sous le nom de *Populated Information Terrain*, ou PIT. L'un des principaux avantages des PITs est d'afficher une représentation 3-D de données, souvent abstraites, que les analystes peuvent alors visualiser et explorer. La collaboration dans ces environnements permet aux participants distants d'accomplir différentes tâches simultanément en offrant différents points de vue sur le même espace de données visualisé. Le système *CAVE* que nous présentons ci-après est sans aucun doute le projet le plus abouti dans ce domaine.

### 2.3.1 CAVE

« CAVE » (Cave Automatic Virtual Environment) est un environnement graphique tridimensionnel multi-utilisateurs développé au Electronic Visualization Laboratory (EVL) de l'université d'Urbana-Champaign (Illinois, USA) et, désormais commercialisé par la société Pyramid Systems Inc.<sup>9</sup>. CAVE fait référence à la célèbre allégorie de la caverne de Platon (PLATON, 1997) qui représente, pour lui, l'image de l'illusion possible des hommes sur la réalité.

CAVE est un dispositif technique qui se présente sous la forme d'un cube de trois mètres de côté dont trois ou quatre faces, selon les versions, servent d'écran de rétroprojection (cf. figure 2.7). Un utilisateur, placé à l'intérieur du cube, est alors entouré par des images de synthèse projetées sur ces écrans. Pour renforcer la sensation d'immersion, un système sonore multicanaux, couplé au rendu visuel, est également employé.

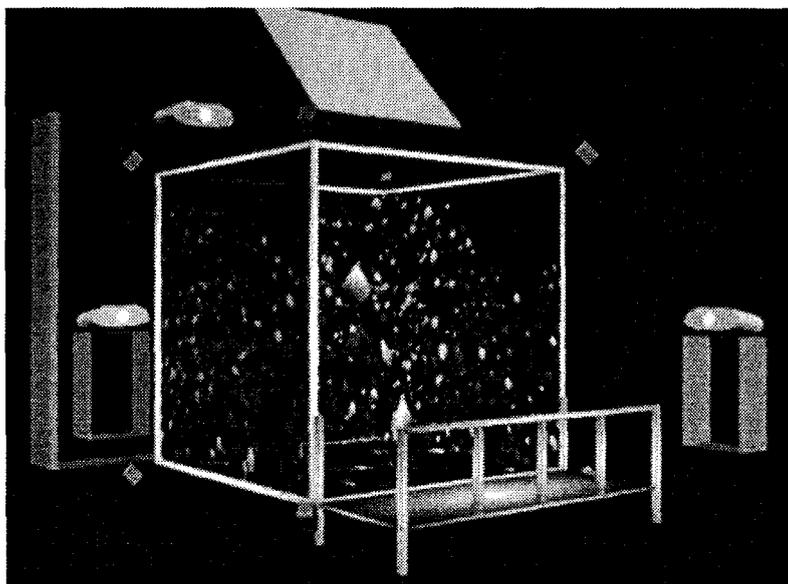


FIG. 2.7 – Schéma du dispositif technique de CAVE.

Pour capter les mouvements et interagir avec l'espace virtuel de CAVE, l'utilisateur est muni de deux senseurs électromagnétiques : un premier sur la tête et un autre dans la main. Il dispose, en outre, de lunettes à obturateurs

9. <http://tmgweb.com/psi/>

à cristaux liquides (LCD) qui recréent une vision stéréoscopique. L'utilisateur explore le monde virtuel qui l'entoure en se déplaçant à l'intérieur du cube et en manipulant les objets via le capteur situé dans sa main. Enfin, les CAVEs peuvent être raccordés entre-eux par un réseau informatique afin de permettre à plusieurs personnes de se rejoindre dans l'espace virtuel à explorer.

Plusieurs instituts de recherche, couvrant un champ d'applications varié, utilisent CAVE pour visualiser et explorer de grandes quantités de données. Dans le domaine médical, par exemple, il est utilisé pour reconstruire et afficher le modèle volumique d'embryons humains à partir de mesures effectuées et stockées dans une gigantesque base de données (« The Visible Embryo Project »). En astronomie, le projet « Cosmic Explorer » permet de parcourir le résultat de simulations numériques sur l'évolution de l'univers et d'assister à la formation d'une planète ou à la mort d'une étoile (*cf.* figure 2.8). Pour citer un dernier exemple, en mathématique, il sert au calcul et à l'exploration des courbes fractales et à l'étude des « attracteurs étranges ».



FIG. 2.8 – Un utilisateur de CAVE qui explore le cosmos avec *Cosmic Explorer*.

TAB. 2.6 – Les enjeux supportés par « CAVE ».

#### Communication

Interaction :  $n \mapsto n$ .

Médias : image 3-D et audio.

Authentification : ?

Temps : immédiat — fini.

#### Coordination

Identité : un avatar représente les autres utilisateurs.

## 2.4 Simulation

L'utilisation des EVC comme outil de simulation découle immédiatement du domaine d'application précédent. En effet, la différence avec les systèmes de visualisation de données résulte principalement dans le changement de mode d'interaction entre l'utilisateur et le système informatique. Si dans la catégorie précédente d'EVC, les utilisateurs se contentaient d'observer et de parcourir le ou les objets visualisés, dans un simulateur ils peuvent agir sur ce qui les entoure. De simples spectateurs, ils deviennent alors acteurs et sont placés au cœur de l'action. Les simulations sont employées pour former ou entraîner des personnes dans tous les cas où la situation réelle est inaccessible, trop dangereuse ou trop onéreuse.

Nous aborderons les simulateurs, en présentant d'abord les protocoles développés par l'armée américaine pour entraîner ses troupes aux opérations militaires et adoptés par la majorité des systèmes civils, puis nous considérerons *NPSNET*, un exemple d'EVC basé sur ces protocoles.

### 2.4.1 Les protocoles SIMNET et DIS

Les simulateurs sont un domaine d'application bien antérieur aux EVC. En effet, la norme « SIMNET » (Simulation Network) concernant les simulations interactives distribuées, développée par le DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency), a vu le jour en 1985. Le but de SIMNET était de simplifier les premières étapes de la formation des militaires et de réduire les dépenses relatives aux exercices sur le vrai champ de bataille.

Pour les besoins de la simulation, chaque fantassin porte un casque HMD et se déplace sur un tapis roulant, tandis que chaque tankiste ou pilote d'hélicoptère est assis au commande d'un simulateur. SIMNET autorise l'engagement simultané de plusieurs centaines de combattants sur le champ de bataille virtuel. Pour réduire la bande passante et le temps de latence intrinsèque, il exploite un algorithme de *Dead Reckoning* qui extrapole la position courante d'un objet à partir de sa position initiale, de son cap, de sa vitesse et en tenant compte de la nature du terrain. Cette position est corrigée périodiquement lors de la réception de la position réelle (PRATT, 1993).

Le protocole « DIS »<sup>10</sup> (Distributed Interactive Simulation) est protocole plus récent et plus ambitieux que SIMNET. Il autorise des simulations d'une plus grande complexité, tout en étant plus réalistes. Par exemple, SIMNET considère comme plat le terrain de manœuvre alors que DIS tient compte de la courbure de la Terre ; SIMNET ne gère que les mouvements sur terre et dans le ciel, alors que DIS englobe tous les milieux existants, y compris les combats qui pourraient se dérouler sous la surface des océans ou dans l'espace.

---

10. <http://dis.pica.army.mil>

Comme SIMNET, DIS repose sur une architecture totalement distribuée. Il n'existe pas de serveur central gérant la cohérence du système et résolvant les conflits éventuels. Tous les nœuds du réseau sont autonomes, c'est le protocole DIS qui gère leur communication et leur interaction. Chaque nœud est responsable de la mise-à-jour des données de son simulateur via l'algorithme de Dead Reckoning.

BLAU et al. (1994) présentent une limite majeure de DIS. Conçu à l'origine pour simuler le déplacement de véhicules, ce protocole est peu approprié aux mouvements humains. En effet, d'une part la dynamique corporelle est plus complexe à imiter et, d'autre part, les modes de communication sont plus étendus (voix, gestes, mimiques, etc.).

La réussite technique de DIS s'est répandue au delà du domaine militaire pour devenir un standard international (IEEE 1278) pour la simulation, qu'elle soit industrielle ou académique.

## 2.4.2 NPSNET-IV

« NPSNET » est un projet de recherche du département informatique de la « Naval Postgraduate School » (NPS)<sup>11</sup> qui a débuté en 1992. Aujourd'hui dans sa quatrième version, le logiciel est disponible gratuitement sur internet et fonctionne sur stations de travail Silicon Graphics™ (MACEDONIA et al., 1994; MACEDONIA et ZYDA, 1997).

L'objectif de ce projet est la conception et la réalisation d'un monde virtuel distribué, à très grande échelle, sur du matériel disponible dans le commerce. Pour cela, NPSNET utilise une version du protocole de communication DIS adapté pour une diffusion (UDP/IP) sur un réseau local de type Ethernet. L'utilisateur du système peut choisir entre plusieurs interfaces de visualisation (écrans, vision stéréoscopique, HMD, ...) et de nombreux périphériques d'entrée (clavier, souris, joystick, manche à balai, ...) pour contrôler la simulation.

Une fois NPSNET lancé, l'utilisateur se retrouve sur un terrain de manœuvre virtuel et peut choisir entre plusieurs véhicules de combat (jeep, camion, tank, avion, ...). Mais, il ne s'agit pas pour autant d'un simulateur de conduite ou de vol. Ce logiciel ayant été conçu dans le but d'étudier les tactiques de combats, le pilotage des engins est très simplifié. L'utilisateur peut aussi choisir de se déplacer à pied comme dans la figure 2.9.

Le combattant virtuel peut alors explorer le territoire et croiser d'autres fantassins, ou véhicules, contrôlés par des utilisateurs ou par des agents intelligents de NPSNET. Il peut également livrer bataille et faire feu sur l'ennemi pour tenter de le détruire. Le nombre maximal de participants est limité à 250 dans la version actuelle.

---

11. <http://www-npsnet.cs.nps.navy.mil/npsnet/>

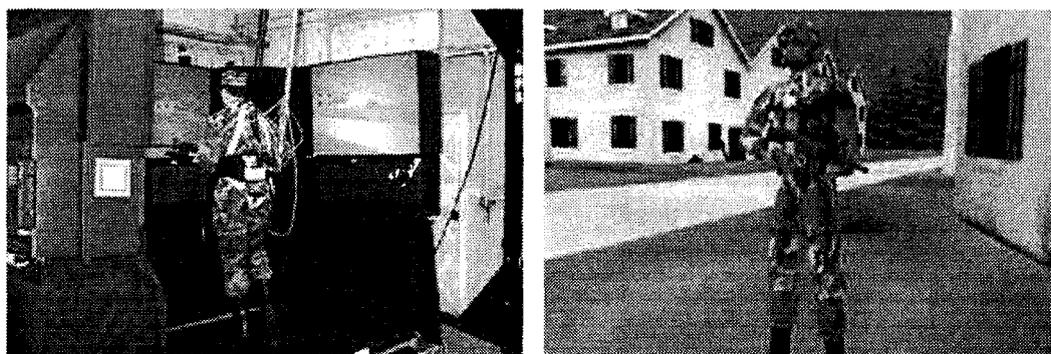


FIG. 2.9 – Dispositif d'interaction et capture d'écran de NPSNET.

TAB. 2.7 – Les enjeux supportés par « NPSNET-IV ».

### Communication

---

Interaction :	$n \mapsto n$ .
Médias :	image 3-D.
Authentification :	anonyme.
Temps :	immédiat — fini

### Coordination

---

*Aucun support de la coordination.*

## 2.5 Loisirs

Il est également intéressant de se tourner vers l'industrie du jeu-vidéo qui découvre avec les réseaux informatiques, en général, et Internet, en particulier, un moyen de faire collaborer, ou s'affronter, des groupes ou des adversaires humains. C'est un secteur à ne pas négliger, car comme l'explique Alain LE DIBERDER : « Depuis quinze ans, l'informatique vit sur la métaphore du bureau. Or, cette interface est très lourde quand on veut faire communiquer différents individus. L'interface parfaite est le jeu. ».

Ce secteur des jeux en réseau est en plein essor. La majeure partie des ludiciels sortis en 1997 permettent de jouer « en ligne ». Des services spécialisés, tel KALI<sup>12</sup>, ont même vu le jour pour favoriser les rencontres entre joueurs et leur offrir la possibilité de s'opposer à de nouveaux compétiteurs.

Parmi ces jeux en réseau, il est possible de définir trois sous-catégories :

1. **Les jeux collectifs**, qui sont à la base des jeux individuels où l'utilisateur affronte, soit la machine, soit un adversaire humain via une connexion réseau ;
2. **Les Multi-Users Dungeons (MUDs) et les MUDs Object Oriented (MOOs)**, qui créent un espace virtuel où naissent, survivent et meurent

---

12. <http://www.kali.net>

des communautés virtuelles. Ces jeux font plus que d'utiliser un réseau, ce sont des « jeux de réseau » qui n'ont de sens qu'une fois interconnectés entre eux ;

3. **Les VRcade** (contraction de Virtual Reality et d'Arcade), qui plongent les joueurs dans des environnements multimédias sophistiqués grâce à des dispositifs sensoriels puissants (écran géant, casque immersif, son 3-D surround, ...) et, par conséquent, uniquement disponibles dans des lieux spécialisés. Ces jeux font souvent appel à la notion d'équipes et supportent une certaine coopération.

### 2.5.1 Doom

« Doom », édité par Id Software<sup>13</sup> en 1993, est le premier exemple de jeu d'action collectif qui tire profit d'un environnement virtuel 3-D non-immersif. Utilisé en réseau local ce *shoot-em-up* transforme le joueur en *Space Marine*, surentraîné, envoyé en mission vers Mars pour libérer une base spatiale en danger. Là, il va devoir affronter des adversaires artificiels et humains. Les différents utilisateurs connectés simultanément peuvent se rencontrer au détour d'un couloir, se tirer dessus ou décider de coopérer pour éliminer les monstres. Si les indications visuelles (avatars de couleurs différentes, par exemple) et sonores (détonations, explosions, ...) facilitent la perception des autres et de leurs intentions, l'outil de communication textuel n'est pas du tout adapté pour ce type d'activité, où la rapidité d'action est un critère de longévité.



FIG. 2.10 – Capture d'écran de Doom.

Un autre facteur de succès de Doom tient au fait que son créateur a très rapidement mis-à-disposition des joueurs un éditeur de niveaux. Ces derniers cessent d'être de simples utilisateurs d'un système pour devenir des créateurs.

13. <http://www.idsoftware.com>

Il peuvent alors modifier les niveaux existants ou en bâtir de nouveaux afin de renouveler sans-cesse le jeu.

Depuis Doom, de nombreux autres shoots-em-up collectifs ont été publiés (« Descent », « Hexen », « Quake » et « Diablo » pour n'en citer que quelques-uns). Tous utilisent un scénario presque identique, prétexte à moult règlements de comptes. Seule la technique évolue : le graphisme 3-D s'affine et se fluidifie, les temps de réponse sont plus courts, les bruitages et les musiques sont plus réalistes et les niveaux à explorer sont plus vastes.

TAB. 2.8 – *Les enjeux supportés par « Doom ».*

---

### Communication

Interaction :	$n \mapsto n$ .
Médias :	texte et image 2-D.
Authentification :	anonyme.
Temps :	immédiat — instantané.

---

### Coordination

Identité :	chaque joueur est représenté à l'écran par un avatar de couleur différente.
------------	---

## 2.5.2 Habitat

« Habitat » est la première communauté virtuelle en ligne (MORNINGSTAR et FARMER, 1991). Elle voit le jour en 1985 grâce au travail de Randy FARMER et Chip MORNINGSTAR pour LucasFilm Games. Habitat est un jeu-de-rôles multi-participants (MOO) simulant une ville, appelée « Populopolis ». Chaque utilisateur du système, est représenté dans cette ville, par un avatar d'apparence humanoïde qu'il a lui-même créé. Ces habitants participent collectivement à la vie de la cité (rencontres, débats, élections, gestion municipale, commerce, ...).

L'interface d'Habitat (*cf.* figure 2.11) utilise une combinaison de graphisme 2-D et de texte. L'écran présente la « région », unité élémentaire de l'univers d'Habitat, où évolue l'utilisateur du système. Un avatar peut se déplacer, prendre un objet, parler aux autres avatars de la région (le message apparaissant, comme pour les bandes dessinées, dans un phylactère), faire des gestes, ... Le monde d'Habitat comporte environ 20.000 régions indépendantes et chaque région possède quatre voisines auxquelles l'utilisateur accède en amenant son avatar vers l'un des bords de l'écran. Ces régions possèdent un décor minimal et contiennent des objets qui définissent les actions possibles des avatars.

Malgré une technique de représentation fort peu réaliste, Habitat remporte un très vif succès auprès de ses utilisateurs au point que Populopolis a rassemblé de nombreux habitants (20.000 au maximum) pendant près de dix ans.



FIG. 2.11 – Capture d'écran de LucasFilm's Habitat.

D'autres MUDs et MOOs continuent à rassembler régulièrement des initiés (appelés « MUDeurs »). Xerox Parc et le Media Lab s'y sont même intéressés, d'un point de vue professionnel (projets MediaMOO, LambdaMOO et Jupiter), afin de les utiliser comme support à la communauté scientifique. Pourquoi, en effet, ne pas créer un espace virtuel facilitant les rencontres informelles comme celles que l'on peut faire lors des congrès scientifiques occasionnels ?

### 2.5.3 Le Deuxième Monde

Dernier en date, « Le Deuxième Monde »<sup>14</sup> reprend les mêmes ingrédients qu'Habitat à savoir, un monde virtuel peuplé d'avatars. Pourtant, ce nouveau MOO développé par Cryo et Canal + offre aux usagers un environnement multimédia beaucoup plus riche (cf. figure 2.12). En effet, ici le monde recréé est Paris, avec ses artères, ses bâtiments et ses monuments. Les *cyber-colons* du Deuxième Monde peuvent s'y rencontrer pour converser et se distraire.

Pour Philippe ULRICH, directeur artistique de Cryo et co-auteur du Deuxième Monde, « ce programme n'a pas de limites et peut être doté de multiples capacités : immense aire de jeu, lieu de travail, lieu de rencontres et de distractions. Rien n'empêche d'y ouvrir des boutiques virtuelles, des galeries d'Art, des bibliothèques et des kiosques à journaux. Pourquoi ne pas doter les colons d'un appartement virtuel, qu'ils aménageraient selon leurs goûts et où ils pourraient recevoir leurs amis ? Pourquoi ne pas imaginer des réunions virtuelles place de la Concorde, chaque participant étant représenté par son avatar ? »

14. <http://www.2nd-world.fr>

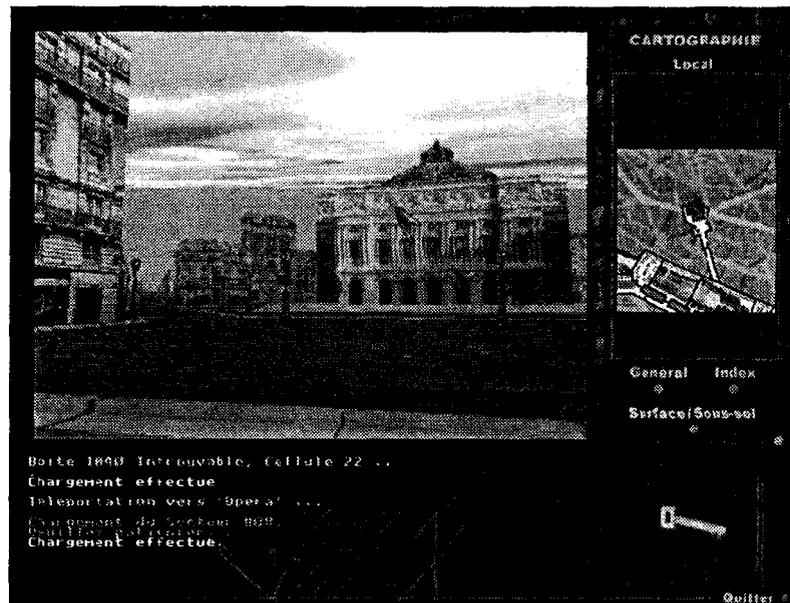


FIG. 2.12 – Capture d'écran du Deuxième Monde.

TAB. 2.9 – Les enjeux supportés par « Le Deuxième Monde ».

### Communication

Interaction :	$1 \mapsto 1$ et $n \mapsto n$ .
Médias :	texte et image 3-D.
Authentification :	identifié.
Temps :	immédiat – instantané.

### Coordination

Identité :	les <i>MUDeurs</i> choisissent la « forme » (homme, femme, animal, ...) sous laquelle ils désirent apparaître aux autres. L'anonymat est total.
------------	---

## 2.5.4 BattleTech

« Battletech » est basé sur le célèbre jeu de rôle du même nom édité par FASA<sup>15</sup>. Pour \$9 et pendant 10 minutes, chaque joueur prend virtuellement place dans un robot-tank (*cf.* figure 2.13) de neuf mètres de haut appelé « BattleMech » (ou « Mech »). L'action se déroule sur la planète déserte Solaris VII. Après une première phase d'apprentissage, les joueurs constituent des équipes qui s'affrontent lors de tournois.

Les créateurs de ce VRcade, Jordan WEISMAN et L. Ross BABCOCK, ont ouvert le premier *BattleTech center* à Chicago en août 1990. Aujourd'hui, il en existe plus de vingt dans le Monde, principalement aux USA et au Japon. En 1994, le premier championnat international s'est tenu à Tokyo.

15. <http://www.fasa.com>

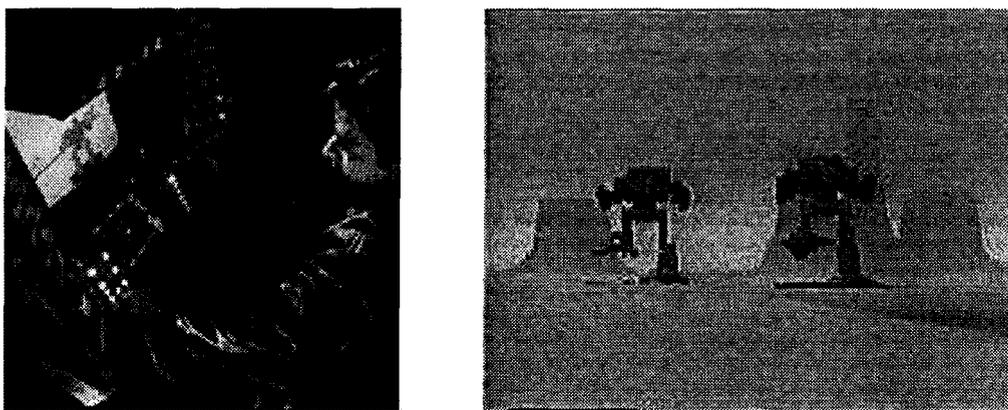


FIG. 2.13 – *Tableau de Bord et capture d'écran de BattleTech.*

### 2.5.5 Loch Ness Adventure

Iwerks Entertainment et EVANS & SUTHERLAND ont décidé de suivre une autre voie. Ils ont cherché à créer un jeu non-violent, coopératif, mais conservant la notion de compétition. Ainsi est née « Loch Ness Adventure », une attraction du Nauticus Amusement Park de Virginia Beach, qui permet à six joueurs de naviguer à bord d'un mini-submersible (*cf.* figure 2.14) dans un environnement 3-D représentant le Loch Ness. Les participants jouent le rôle de six scientifiques volontaires qui parcourent le fond du Loch à la recherche des œufs de « Nessie ». Les six membres d'équipage doivent collaborer car chacun est chargé d'une tâche spécifique. De plus, ils sont en compétition avec sept autres équipes identiques à bord de sept autres sous-marins.

La technologie utilisée dans Loch Ness Adventure est issue d'un simulateur de vol initialement développé pour l'armée par EVANS & SUTHERLAND. Les sous-marins sont reliés à un générateur qui calcule et affiche les images de synthèse sur un écran géant simulant le hublot (*cf.* figure 2.14). Les joueurs portent des lunettes polarisantes afin de renforcer l'impression de 3-D et un dispositif audio diffuse des effets sonores en fonction des mouvements du submersible.

TAB. 2.10 – *Les enjeux supportés par « Loch Ness Adventure ».*

#### Communication

---

Interaction :	$n \mapsto n$ .
Médias :	voix (au sein d'un même sous-marin) et image 3-D.
Authentification :	anonyme.
Temps :	immédiat — fini.

#### Coordination

---

Identité :	non géré par le système, car tous les participants sont regroupés dans un même local simulant le sous-marin.
------------	--

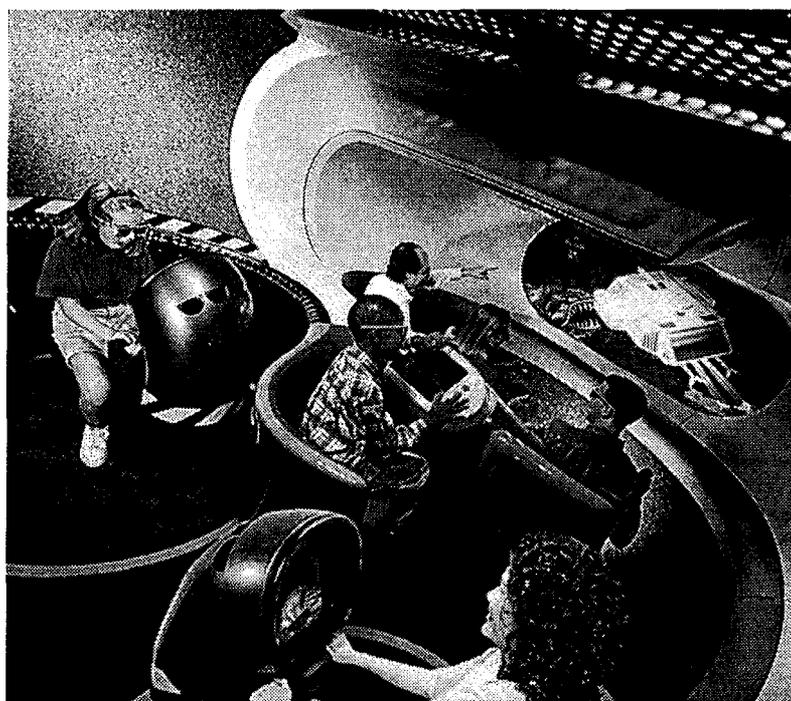


FIG. 2.14 – Vue de l'intérieur du submersible de Loch Ness Adventure.

## 2.6 Synthèse de l'évaluation de la satisfaction des enjeux

De cette étude de la satisfaction des enjeux de communication et de coordination dans différents EVC, on remarque que dans l'ensemble ces logiciels sont assez peu collaboratifs, dans le sens où ils supportent encore mal les processus de coordination.

Il existe deux exceptions à cette règle : Teamwave Workplace et DIVA, qui bien que n'utilisant pas du tout le graphisme 3-D, réussissent à matérialiser un espace de travail commun virtuel dans lequel les usagers trouvent de nombreux indices pour se coordonner.

Les environnements 3-D restent, quant à eux, beaucoup plus sommaires sur ce point. En réalité, il semble pour l'instant que ces réalisations servent d'avantage à explorer et découvrir les nouvelles possibilités offertes par la troisième dimension dans le cadre d'un usage de type TCAO que d'offrir de réels outils exploitables pour le travail de groupe.

L'étrangeté de ces nouveaux mondes couplée à une carence d'indices en matière de coordination peuvent complètement dérouter les utilisateurs. Mis-à-part une représentation, plus ou moins fidèle, des individus qui nous entourent, il est bien souvent impossible de savoir où est situé le reste du groupe et ce qu'il y fait. Paradoxalement, ces espaces virtuels de travail collaboratif sont souvent perçus comme de vastes déserts dans lesquels un utilisateur novice, ou non, peut facilement se perdre et où les rencontres sont quasi inexistantes et

fortuites. Pour simplifier leur usage, un très gros effort reste donc à faire sur l'assistance à l'orientation et à la localisation des lieux de travail et des autres participants.

Un autre problème est soulevé dans les EVC qui concerne les règles sociales établies. En effet, dans ces mondes virtuels l'utilisateur n'est plus physiquement présent avec l'autre mais délègue un avatar pour l'y représenter. Cette image virtuelle projetée chez l'autre protège l'être réel et le rend plus anonyme aux yeux du groupe. L'emploi de cet intermédiaire est donc susceptible de changer radicalement les modes d'interaction entre les participants d'une même activité.

Dans le monde réel, les lieux sont également le support effectif de règles sociales. Par exemple, le fait pour deux individus de se trouver de part et d'autre d'une table, donc à distance l'un de l'autre, imposera un type de relation différent de celui qu'ils auraient eu s'ils étaient assis côte-à-côte. Dans le monde virtuel, ces marques s'estompent car les lieux ne sont pas familiers. Les distances sont également mal perçues — il suffit pour s'en convaincre de tenter de former un cercle à plusieurs — d'où la crainte de voir ces règles bafouer.

Pour résoudre ces deux problèmes, il est nécessaire, d'une part, d'introduire des représentations familières des lieux de travail afin de minimiser les temps d'adaptation et, d'autre part, de renforcer les moyens de contrôler les déplacements et les interactions entre avatars afin que les utilisateurs puissent se concentrer sur la tâche à accomplir. Car, il ne faut pas oublier que le but initial de ces espaces collaboratifs reste le support d'activités de type TCAO.

TAB. 2.11 – Tableau récapitulatif des enjeux de communication supportés.

	GreenSpace	T. Workplace	RAVE	DIVA	MASSIVE	CAVE	NPSNET	Doom	2nd Monde	Loch Ness Adv.
<b>Interaction :</b>										
1 → 1		X	X	X					X	
1 → N			X							
N → 1			X							
N → N	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Médias :</b>										
Texte		X		X				X	X	
Image 2D		X		X						
Image 3D	X			X		X	X	X	X	X
Vidéo			X							
Audio	X		X	X						X
<b>Identification :</b>										
Anonyme							X	X		X
Identifié	?			X		?			X	
Identifié avec droits		X	X	X						
<b>Temps (occurrence) :</b>										
Immédiate	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Dès que possible		X								
Différée				X						
<b>Temps (durée) :</b>										
Instantanée		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Finie	X		X	X	X	X	X	X		X
Infinie			X							



## Chapitre 3

# Le rôle de l'espace dans la collaboration

*« Mais je comprends aussi que rien de ce qui concerne l'homme ne se compte, ni ne se mesure. L'étendue véritable n'est point pour l'œil, elle n'est accordée qu'à l'esprit. »*

Antoine de SAINT-EXUPÉRY  
Pilote de guerre

## Sommaire

---

<b>3.1</b>	<b>Écologie de la perception de l'espace . . . . .</b>	<b>60</b>
3.1.1	La perception physiologique de l'espace . . . . .	60
3.1.2	La perception sociale de l'espace . . . . .	62
<b>3.2</b>	<b>Les espaces d'activité . . . . .</b>	<b>63</b>
3.2.1	La dualité tâche/activité . . . . .	64
3.2.2	Le contexte physique et social du travail . . . . .	65
3.2.3	La relation à l'espace . . . . .	66
3.2.4	Les modalités de communication . . . . .	67
3.2.5	La conscience de groupe . . . . .	67
<b>3.3</b>	<b>Espace ou Place? . . . . .</b>	<b>68</b>
3.3.1	MASSIVE: un modèle spatial d'interaction . . . . .	68
3.3.2	De la notion d'espace à celle de place . . . . .	70
3.3.3	Vers la notion de localité . . . . .	71
<b>3.4</b>	<b>Conclusion . . . . .</b>	<b>72</b>

---

**A** PRÈS AVOIR CONSTATÉ LE MANQUE DE SUPPORT des enjeux de communication et de coordination dans les systèmes collaboratifs actuels (*cf.* chapitre 2), nous devons nous rendre à l'évidence que ces systèmes sont mals adaptés aux usages auxquels ils sont destinés. Nous sommes, en effet, capable de créer de toute pièce des espaces synthétiques, mais contrôlons-nous vraiment le « message » perceptuel qui se cache derrière? Rien n'est moins sûr.

Ce troisième chapitre, propose donc un détour du côté des Sciences Humaines afin de découvrir ce qu'elles peuvent nous apporter pour l'élaboration des Environnements Virtuels Collaboratifs.

Le terme *espace* est l'un de ceux qui reviennent le plus souvent pour décrire les EVC, c'est d'ailleurs le nom donné initialement à notre projet. Le concept même d'espace est une des notions clés de cette catégorie de collecticiels.

Nous avons, par conséquent, voulu découvrir ce que ce terme cache comme signification en psychologie. Pour cela, nous commencerons par étudier les mécanismes physiologiques et sociologiques de notre perception de l'espace. Nous nous intéresserons, ensuite, à une catégorie bien particulière d'espaces, celle qui nous concerne de prime abord : les *espaces d'activités*. Nous en présenterons les principales caractéristiques. Enfin, nous nous poserons la question de savoir si le terme « espace » est bien le plus adéquat, ou si la notion de « place » doit lui être préférée.

### 3.1 Écologie de la perception de l'espace

Tout organisme vivant prélève de l'information dans le milieu qui l'entoure. Il s'agit d'une fonction indispensable à son adaptation et à sa survie. Chez les animaux supérieurs, dont l'homme fait parti, cette information est captée par les organes des sens et transmise au cerveau pour y être traitée et interprétée. Ce processus est identifié en psychologie sous le terme de **perception**.

#### 3.1.1 La perception physiologique de l'espace

Les cinq sens — la vue, l'ouïe, l'odorat, le goût et le toucher — sont des fenêtres ouvertes sur le monde (LINDSAY et NORMAN, 1980; REUHLIN, 1988; CARR et ENGLAND, 1995). Différents organes récepteurs (yeux, oreilles, peau, ...) captent de l'information sur les variations du milieu environnant. Les informations sont traduites en signaux bioélectriques qui circulent dans le système nerveux et remontent jusqu'au cerveau.

*« Les éléments d'information recueillis par l'exploration sensorielle de l'environnement ne permettraient pas d'orienter et de contrôler l'activité s'ils constituaient un ensemble chaotique et inorganisé. Toutes nos modalités de traitement de l'information fonctionnent de façon à construire des organisations perceptives stables, pouvant servir de cadre de référence à nos actions, pouvant aussi servir de signaux reconnaissables permettant d'anticiper sur les situations à venir. »*

(REUHLIN, 1988)

L'espace est donc perçu comme une construction de l'esprit, à partir d'un ensemble d'informations sélectionnées et structurées en fonction des expériences précédentes, des besoins actuels et du contexte de la situation.

Dans sa théorie de la perception, GIBSON (1979) amorce un nouveau mouvement en considérant la perception comme un phénomène direct, sans étapes d'inférence, sans intervention d'association. Pour lui, la perception est le processus par lequel on reste en contact avec le monde. Elle résulte directement de stimulations, qu'il interprète comme des formes d'énergie physique auxquelles les organes des sens sont réceptifs. C'est ce qu'il désigne sous le concept d'« écologie du stimulus ».

Chez l'enfant, le développement de la perception n'est pas construit par addition d'associations et d'inférences, mais plutôt par exploration de l'ensemble des stimulus et recherche des invariants sous-tendant les propriétés permanentes du monde. Ce qui est perçu, c'est l'*affordance*<sup>1</sup> des lieux, des choses, et

1. Le terme **affordance** est difficile à traduire en français, une traduction possible est « potentialité ».

des événements pour l'action.

*« I have described environment as the surfaces that separate substances from the medium in which the animals live. But I have also described what the environment affords animals, mentioning the terrain, shelters, water, fire, objects, tools, other animals, and human displays. How do we go from surfaces to affordances, [...] is there information for the perception of what they afford. If so, to perceive them is to perceive what they afford, This is a radical hypothesis, for it implies that the "values" and "meanings" of things in the environment can be directly perceived. Moreover, it would explain the sense in which values and meanings are external to the perceiver. »*

(GIBSON, 1979)

Selon PEA (1993), l'**affordance** se rapporte aux propriétés réelles et perçues d'une chose, et particulièrement à celles qui déterminent les actions pouvant être entreprises sur elle (la poignée d'une porte est faite pour être tournée alors que celle d'un chariot doit être poussée, par exemple). Certains objets portent en eux de « l'intelligence », en ce sens qu'ils représentent une décision individuelle, ou collective, de rendre les possibilités offertes réifiables, stables et d'une forme quasi permanente pour que d'autres sachent pourquoi et comment les employer.

### À propos de l'affordance de l'espace et des médias

La psychologie de la perception donne une approche écologique de la manière dont nous percevons notre environnement et définit le concept d'affordance (*cf.* ci-dessus) qui relie la perception aux actions possibles.

L'affordance technologique et ses conséquences sur la conception des interfaces graphiques de logiciels (GAVER, 1991) ou des MédiaSpaces (GAVER, 1992) ont déjà été présentées. Il a été démontré que la représentation graphique 3-D d'un widget, par exemple, renforce son affordance : un bouton est fait pour être enfoncé, une poignée de porte pour être tournée (NORMAN, 1988).

Pour avoir une bonne perception de l'espace physique, il faut également « sentir » les déplacements de son corps dans cet espace, c'est la *proprioception*. Ce sont d'ailleurs les mouvements du corps, les gestes qui vont permettre de lever certaines des ambiguïtés spatiales de la scène visuelle (*puis-je atteindre cet objet?*).

En TCAO cela implique également la vision des autres, que celles-ci soient des représentations naturelles, abstraites ou symboliques. Cette présence facilite la localisation, la reconnaissance des identités, des signes distinctifs et de l'activité (*qui est en train de faire quoi?*).

La théorie de l'affordance peut être utilisée pour qualifier les différentes caractéristiques du médium. ZOBEL (1995) décrit cette qualité : la texture est un indice important pour percevoir la taille, la forme et la distance des formes architecturales, la forme, la couleur (qui peut être mélangée avec la texture), la lumière qui donne l'ambiance (le sentiment d'intimité ou pas), l'échelle (par rapport à la taille humaine) et le déplacement. Les déplacements permettent de modifier la distance et la grandeur des objets observés, et par la même de résoudre les problèmes d'occlusion inhérents à la troisième dimension.

Pour les EVC, les principaux résultats sont la nécessité d'appliquer ces propriétés à la représentation multimédia d'un espace de travail coopératif, plus particulièrement en prenant en compte, dans l'aspect graphique 3-D, la qualité des textures, de la couleur, de la lumière et de proposer une perception explicite des possibilités de déplacements offertes à l'utilisateur en relation avec la métaphore de contrôle prise comme interface.

### 3.1.2 La perception sociale de l'espace

Chez de très nombreuses espèces animales, chaque individu (ou chaque couple) perçoit un certain territoire comme étant le sien. Les éthologistes<sup>2</sup> ont étudié, dans certains cas de façon très précise, comment était déterminée l'étendue de ce territoire ; comment s'opéraient sa conquête et sa défense ; comment il était « marqué », signalé aux autres congénères comme occupé (RICHARD, 1970; CULLEN, 1974).

Ces animaux possèdent non seulement des territoires, mais observent également entre-eux une série de distances constantes. HEDIGER (1950, 1955, 1961) les a classées en *distance de fuite*, *distance critique*, *distance personnelle* et *distance sociale*. La distance de fuite et la distance critique entrent en jeu lors des rencontres entre individus d'espèces différentes ; tandis que les distances personnelle et sociale correspondent aux relations entre membres d'une même espèce.

Un animal ne laisse approcher aucun ennemi potentiel au-delà d'une distance donnée, c'est la **distance de fuite**. La **distance critique** couvre une zone étroite qui sépare la distance de fuite de la distance d'attaque. La **distance personnelle** est la distance normale observée entre les membres d'une même espèce. Les animaux qui vivent en société doivent rester en contact les uns avec les autres, pour diverses raisons comme la prédation, par exemple. La **distance sociale** n'est pas seulement la distance au-delà de laquelle l'animal perd le contact avec son groupe — qu'il ne peut plus voir, entendre ou sentir —, c'est surtout une distance psychologique au-delà de laquelle l'anxiété commence à se développer.

---

2. L'éthologie est la science qui étudie les comportements des espèces animales dans leur milieu naturel.

L'homme, lui aussi, observe des distances uniformes dans les rapports qu'il entretient avec ses semblables. Mais, à de rares exceptions près, la distance de fuite et la distance critique ont été éliminées des réactions humaines. HALL (1971) a mené une série d'expériences pour tenter de déterminer le nombre et la nature de ces distances. Il en recense quatre, qu'il nomme *intime*, *personnelle*, *sociale* et *publique*, et qui possèdent chacune deux modes (*proche* ou *éloigné*).

À **distance intime** (de 0 à 40 cm), « *la présence de l'autre s'impose et peut même devenir envahissante par son impact sur le système perceptif. La vision (souvent déformée), l'odeur et la chaleur du corps de l'autre, le rythme de sa respiration, l'odeur et le souffle de son haleine, constituent ensemble les signes irréfutables d'une relation d'engagement avec un autre corps.* » (HALL, 1971).

Le terme de **distance personnelle** (de 45 à 120 cm), que l'on doit à HEDIGER, désigne la distance normale observée entre les membres d'une même espèce. On peut l'imaginer sous la forme d'une petite sphère protectrice, ou bulle, qu'un organisme créerait autour de lui pour s'isoler des autres.

La frontière entre la distance personnelle et la **distance sociale** marque « *la limite du pouvoir sur autrui* ». À cette distance (1,25 à 3,60 m), les détails visuels intimes du visage ne sont plus perçus et personne n'est supposé toucher autrui. C'est à cette distance que se déroulent les rapports professionnels ou sociaux.

Plusieurs changements sensoriels importants se produisent lors du passage à la **distance publique** (au-delà de 3,60 m). Les linguistes ont remarqué que cette distance implique une élaboration particulière du vocabulaire et du style, dit *formel*. Cette distance peut également servir à isoler ou à séparer des individus ou des groupes, pour leur permettre de travailler sans gêne mutuelle.

Le travail de HALL sur la *proxémie*<sup>3</sup> a permis de démontrer que l'homme organise ses activités et ses relations sociales selon un ensemble de distances déterminé.

L'homme et ses extensions ne constituent qu'un seul et même système pour les spécialistes de la psychologie transactionnelle. Cette interdépendance de l'individu et de l'espace doit nous faire accorder plus d'attention à ceux que nous créons artificiellement dans l'ordinateur, afin qu'ils soient adaptés à l'organisation et à l'activité auxquelles ils sont destinés.

## 3.2 Les espaces d'activité

Dans le domaine du TCAO, les chercheurs et les concepteurs d'EVC s'intéressent à une catégorie spécifique d'espaces. En effet, le principal but visé par

---

3. Proxémie : néologisme inventé par HALL pour désigner l'ensemble des observations et des théories concernant l'usage que l'homme fait de l'espace en tant que produit culturel spécifique.

ces bâtisseurs est de tenter de recréer des *espaces d'activité*, tels que nous les connaissons dans la vie réelle.

Nous désignons sous le terme « **espace d'activité** » une partition de l'espace physique, ou virtuel, dans laquelle se déroule une activité. Dans cette partition, nous allons trouver tous les éléments impliqués dans une activité (participants, outils, documents, ...) particulière. À un espace d'activité, nous associons une, et une seule, activité afin de structurer et de hiérarchiser les différentes tâches au sein d'un groupe de travail.

Les frontières qui délimitent les espaces d'activités peuvent être physiques ou symboliques. Elles servent à différencier des sous-espaces et permettent d'y inclure certaines personnes, ou certains objets, et d'en exclure les autres. Elles matérialisent des modes de participation distincts au sein d'une organisation, ainsi que différents modes de conscience.

Ces espaces d'activité comportent de nombreuses caractéristiques intrinsèques que nous devrions retrouver dans les EVC. Parmi celles-ci, nous avons retenu :

1. la dualité tâche/activité ;
2. le contexte de travail ;
3. la relation à l'espace ;
4. les modalités de communication ;
5. la conscience de groupe.

### 3.2.1 La dualité tâche/activité

La première caractéristique est double, elle regroupe deux éléments de nature différente qui coexistent dans notre espace de collaboration : la tâche et l'activité. Le *Petit Robert* définit la **tâche** comme un « *travail déterminé que l'on doit exécuter* » et l'**activité** comme l' « *ensemble des actes coordonnés et des travaux de l'être humain* ». D'après ces définitions, nous pouvons déduire que la tâche correspond à la prescription, à la commande, du travail à réaliser alors que l'activité se rapporte à la faculté, ou à la volonté, d'agir pour réaliser le travail.

Bien que distinctes, ces deux notions sont intimement liées et souvent dissociables. En effet, la tâche précède l'activité, c'est elle qui la déclenche et qui guide sa réalisation. Il n'est pourtant pas rare que l'activité influe sur la tâche initiale. Cela amène alors le travailleur, ou le groupe, à transformer cette tâche ou à en définir de nouvelles, subordonnées à la première. Ces nouvelles tâches conduiront à de nouvelles activités qui, à leur tour, pourront entraîner

la création d'autres tâches. Cette dualité tâche/activité est comparable à une association, une symbiose, dans laquelle chaque entité profite à l'autre, fortifie l'ensemble et le fait progresser.

De cette première caractéristique, nous devons retenir l'évolution, la dynamique, du travail. Ceci nous amène à penser que les collecticiels, ces systèmes informatiques qui supportent les activités de groupe, doivent accepter une certaine flexibilité dans la définition des tâches et des activités. Ils ne peuvent se contenter de prescrire les actions aux utilisateurs, mais doivent faciliter l'émergence de nouvelles activités et fournir les moyens de définir et d'organiser des sous-espaces de travail.

### 3.2.2 Le contexte physique et social du travail

La seconde caractéristique concerne le contexte du travail, c'est-à-dire l'ensemble des circonstances dans lesquelles s'insère l'activité, qu'elle soit coopérative ou pas. Ce contexte fait référence à tout un ensemble de présupposés sociaux (comme les rapports de hiérarchie dans le groupe ou les conventions établies), cognitifs (tels que le passé commun ou les expériences précédentes) et physiques (comme la disposition des personnes ou des objets dans une pièce).

Les actions sont toujours socialement et physiquement situées, et la situation est essentielle à l'interprétation de l'action, elles sont insérées dans une « matrice sociale » composée d'individus et d'artefacts, c'est le contexte. Cette prise en compte du contexte dans la compréhension d'une activité est une caractéristique fondamentale de la *théorie de l'action située*.

Cette notion de contexte de travail, ou d'action humaine située, a pris beaucoup de vigueur ces dernières années dans la communauté du TCAO sous l'influence des sciences humaines. Les apports de l'ethnométhodologie, dont DOURISH (*cf.* § 3.3.2) nourrit ses démarches, ainsi que la cognition située, sont à cet égard importantes et entraînent un changement de perspective sur la conception même des IHM (DERYCKE, 1997).

Une tentative d'unification des approches plus traditionnelles, basées plus particulièrement sur les sciences cognitives, et celles issues de l'anthropologie, ou de la psychologie sociale, est en cours de construction. C'est la *Théorie de l'Activité* de NARDI (1996) qui prend ses racines dans les travaux de l'école russe (VYGOTSKY, LEONTEV, LURIA). Cependant cette théorie de l'activité, bien qu'ayant formé une toile de fond de nos travaux et faisant l'objet d'un intérêt pour plusieurs membres de notre laboratoire (thèse de Grégory BOURGUIN en cours), n'était pas encore assez mature au démarrage du projet Space pour pouvoir y contribuer réellement.

« A central tenet of the situated action approach is that the structuring of activity is not something that precedes it but can only grow directly out of the immediacy of the situation. »

(NARDI, 1996)

Avec les EVC, nous cherchons à resituer l'action, à placer l'utilisateur dans un espace virtuel qui recrée un environnement assimilable au monde réel. Il ne s'agit pas de tenter de composer un univers en tout point semblable au notre, mais plutôt de déterminer quels sont les indices visuels et auditifs nécessaires et suffisants pour aider l'utilisateur à percevoir la nature de l'activité et son histoire. La difficulté majeure consiste, ici, à identifier ces indices, à les capter et à découvrir comment les retranscrire à distance via un système informatique.

### 3.2.3 La relation à l'espace

Dans la vie de tous les jours, nous agissons là où nous sommes : nous saisissons les objets qui sont à portée de main ; nous parlons aux personnes qui sont autour de nous ; nous emportons avec nous certains objets ; nous nous approchons de quelque chose pour mieux le voir ; etc. C'est ce que HARRISON et DOURISH (1996) présentent sous le concept de *proximité et action*.

La proximité offre ainsi le moyen d'associer activités et participants. Par exemple, lorsque nous voyons un groupe d'individus rassemblés autour d'une table, nous pouvons déjà supposer qu'ils travaillent ensemble. De plus, si une autre personne se trouve dans la même pièce, mais séparée du groupe, nous pouvons alors imaginer qu'elle n'est pas directement impliquée dans leur activité.

L'organisation des individus et des objets dans l'espace est, en outre, symptomatique des relations qu'ils entretiennent. Par exemple, le fait que tous les participants d'une réunion soient équitablement répartis autour de la table signifie qu'ils possèdent un rôle similaire ou qu'ils sont de même rang. Par contre, si l'un des intervenants se retrouve d'un côté de la table, face aux autres, cela dénote une démarcation donc un rôle différent de part et d'autre de la table. Dans cet exemple, l'organisation spatiale des individus traduit la hiérarchie du groupe et impose un mode, un style, de collaboration. De même, la manière de disposer, ou d'utiliser, des documents placés devant soi différencie leur statut (privé ou public) vis-à-vis des autres.

Les espaces organisés constituent, enfin, un cadre fondamental de l'activité des individus et des groupes pour HALL (1971). Ils ne sont pas le fruit du hasard, mais le résultat d'un plan délibéré qui varie avec l'histoire et la culture. Nous devons, par conséquent, étudier ces « moules » qui façonnent une grande partie des comportements humains afin de les transposer dans les EVC. Notamment, sous forme de différents *styles* parmi lesquels l'organisateur pourra choisir pour planifier et préparer une activité donnée.

### 3.2.4 Les modalités de communication

Au sein d'une collectivité, les échanges entre membres impliquent plusieurs de nos sens (la vue, l'ouïe, l'odorat, le toucher, ...) et de nombreuses modalités. Parmi ces dernières, deux sont dominantes dans les systèmes informatiques : l'écriture et la parole ; car les auteurs y privilégient les messages explicites. Nous employons pourtant, dans la vie courante, une grande variété de modalités comme la gestuelle, la posture, les grimaces, le regard, etc. Elles sont autant d'informations supplémentaires qui viennent enrichir la communication interpersonnelle.

Afin de recréer un environnement de communication aussi proche que possible de nos habitudes de travail, les EVC doivent par conséquent réunir un maximum de modalités. Certaines sont, toutefois, plus simples que d'autres à mettre en œuvre du côté informatique. En effet, si le support de l'écriture et la parole ne posent presque plus de problèmes aujourd'hui — le succès des applications de courrier électronique et des systèmes audio-conférences en sont la preuve — il n'en est pas de même pour les autres médias. Les expressions du visage, par exemple, sont retransmises par la vidéo mais encore difficilement identifiables à cause de la faible qualité de l'image. De même, le regard peut être artificiellement ajouté sur une photographie ou sur un clone pour indiquer le centre d'intérêt d'un individu, mais encore faut-il pouvoir capter facilement cette information sans barder l'utilisateur d'équipements de détection.

### 3.2.5 La conscience de groupe

L'importance de cette dernière caractéristique a déjà été présentée dans le chapitre 1. L'awareness, la conscience des autres et de ce qu'ils font, joue un rôle primordial dans le travail de groupe. Cependant, les concepteurs de collecticiels se sont longtemps attachés à partager le document, qui semblait être l'élément majeur dans l'activité, sans se soucier de représenter les participants. Au mieux, les différents intervenants n'étaient matérialisés que par une liste de noms à l'écran. Or, le monde réel n'est pas uniquement peuplé d'objets inertes, les véritables acteurs sont les membres du groupe. Il est, par conséquent, indispensable de rendre son humanité aux EVC en faisant cohabiter au sein des espaces virtuels tous les ingrédients du travail d'équipe. C'est-à-dire représenter, à la fois, les documents, les outils et l'image des autres (photographie, vidéo, clone, ...) afin de restituer une forte sensation de co-présence et d'appartenance au groupe.

Le second aspect de l'awareness concerne la possibilité d'identifier les actions en cours. Fournir une information sur l'auteur et la nature des actions accomplies dans l'espace d'activité partagé permet à chacun de mieux appréhender la situation présente et d'être en mesure de structurer sa propre activité, comme cela se passe dans les situations non-médiatisées.

Comme dans le cas des modalités de communication, la conscience de groupe est une notion assez complexe à transposer dans le monde informatique. Les exemples d'EVC, présentés dans le chapitre précédent, l'ont d'ailleurs bien illustré. Cette difficulté tient essentiellement à l'hybridation des espaces de travail dans lesquels est plongé l'utilisateur des systèmes de TCAO. D'un côté, l'homme reste présent dans le monde réel, agissant seul dans son bureau face à l'ordinateur, mais se projette, d'un autre côté, dans un univers virtuel où il peut retrouver les autres membres de sa communauté, discuter et travailler avec eux. Il faut donc distinguer deux niveaux de conscience chez les cybernautes, l'un orienté sur la réalité et l'autre sur l'apparence. Avec les EVC, et plus particulièrement les techniques de réalité augmentée, nous pensons que ces deux niveaux peuvent fusionner en un système de conscience global qui mixe ces deux sous-espaces et estompe leur frontière commune.

### 3.3 Espace ou Place?

Il est très tentant, pour les concepteurs d'espaces d'activité, d'essayer de projeter certaines des caractéristiques physiques propres à l'espace dans le monde virtuel pour tenter de le simuler. C'est la voie qu'ont empruntée les concepteurs de MASSIVE, pour élaborer leur modèle spatial d'interaction.

#### 3.3.1 MASSIVE : un modèle spatial d'interaction

Nous avons déjà évoqué brièvement MASSIVE dans les chapitres 1 et 2. Dans cette section, nous présentons en détail le modèle spatial d'interaction développé par le groupe de recherche en communication (CRG) de l'Université de Nottingham (UK)<sup>4</sup>.

C'est en recherchant un moyen de résoudre le problème du partitionnement de l'espace, pour la diffusion de données multimédia dans un environnement virtuel à grande échelle, que BENFORD et FAHLÉN (1993) ont inventé MASSIVE. Pour limiter le nombre d'interactions dans un environnement pouvant comporter plusieurs dizaines d'individus, il est en effet nécessaire de réduire la portée des canaux de communication. La solution la plus couramment employée en réalité virtuelle distribuée consiste alors à diviser l'espace en cellules et à limiter la diffusion des messages à cette cellule et à ses voisines directes.

BENFORD et FAHLÉN ont imaginé un autre système basé sur les déplacements des avatars au sein de l'espace virtuel partagé. Pour cela, ils dotent les objets d'une *aura* pour chaque médium (image, son, texte, ...) disponible. Cette *aura* correspond au volume spatial dans lequel le médium est actif.

---

4. <http://www.crg.cs.nott.ac.uk>

Ainsi, lorsque les auras de deux objets se coupent, ou se superposent, l'interaction avec le médium associé devient possible. Techniquement, cela consiste à établir, ou à couper, dynamiquement des liens de communication vers d'autres sites distants via un système de médiation spatial.

La mise en œuvre de cette aura facilite, effectivement, la construction d'environnements virtuels capables d'accueillir une foule de participants tout en limitant le nombre des interactions à prendre en compte. La figure 3.1 présente cinq objets et leurs auras dans une configuration donnée. Nous voyons que dans cette situation deux groupes coexistent : le premier, constitué des objets *A*, *B* et *C*, et le second, des objets *D* et *E*. Au sein du premier groupe, *A*, *B* et *C* peuvent communiquer librement entre-eux, sans interférer dans les échanges du second groupe.

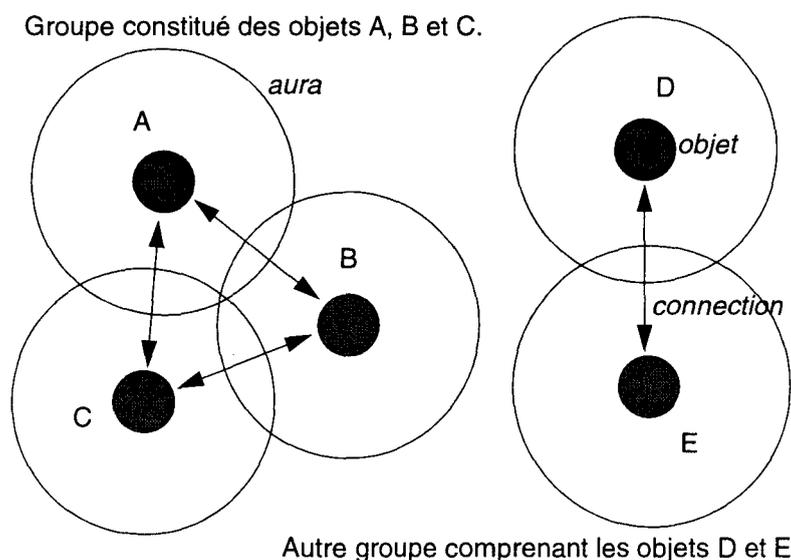


FIG. 3.1 – L'interaction entre objets dans le modèle MASSIVE.

Mais MASSIVE offre d'autres possibilités, notamment en matière d'awareness (cf. chapitre 1, page 24). Pour BENFORD et FAHLÉN, ce modèle peut également être utilisé pour contrôler l'interaction et quantifier l'importance relative ou la pertinence d'un objet selon son médium et sa position. Ils introduisent, dans ce but, deux notions supplémentaires : le **focus**, c'est-à-dire la zone d'attention, et le **nimbus**, la zone de projection. À partir du taux de recouvrement de ces deux zones, un niveau de conscience est calculé automatiquement pour chaque médium et pour chaque objet.

Prenons un exemple avec deux objets *A* et *B* (cf. figure 3.2). Plus un objet *A* est dans le focus d'un objet *B*, alors plus *B* est conscient de *A*. De même, plus un objet *A* est dans le nimbus d'un objet *B*, alors plus *A* est conscient de *B*.

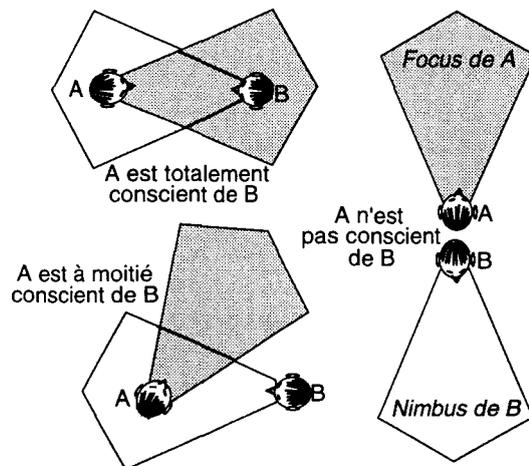


FIG. 3.2 – Trois différents niveaux de conscience qu'a A de B, en fonction du focus de A et du nimbus de B, dans le modèle MASSIVE.

Le niveau de conscience, ainsi calculé, est alors employé pour modifier la perception du médium (niveau de détail, volume sonore, ...). Le tableau 3.1 illustre l'altération d'un message textuel en fonction du niveau de conscience (GREENHALGH et BENFORD, 1995a).

TAB. 3.1 – Les différents niveaux de conscience pour le médium textuel et l'effet produit sur le message transmis dans le modèle MASSIVE.

Niveau calculé	Conscience	Message affiché
0% à 20%	nulle	
20% à 40%	présence	Chris à 0,0
40% à 60%	proximité	Chris dit quelque-chose
60% à 80%	périphérique	(Chris dit « Bonjour! »)
80% à 100%	totale	Chris dit « Bonjour! »

Pour résumer, dans le modèle spatial d'interaction MASSIVE, les objets se meuvent librement dans l'espace virtuel. Lors de ces déplacements, leurs auras peuvent entrer en contact, ce qui active alors un lien de communication entre eux. La qualité de cette communication dépend de leurs niveaux de conscience mutuels, calculés via le focus et le nimbus.

### 3.3.2 De la notion d'espace à celle de place

Le modèle d'interaction spatial MASSIVE introduit les notions fort intéressantes d'aura, de focus et de nimbus pour gérer, de façon efficace, différents canaux de communication multimédia dans un environnement collaboratif. De façon plus générale, les systèmes de réalité virtuelle distribuée cherchent à

simuler, à transposer, les techniques d'interaction du monde réel. Le principal attrait de cette méthode réside dans la simplicité, l'intuition, des modes d'action qui en résultent.

Cependant pour HARRISON et DOURISH (1996), cet agrément ne provient pas de la sensation d'espace, mais plutôt de celle de *place*. Si l'on se réfère à leur définition de ces deux termes, « *l'espace est l'opportunité* », c'est à dire un volume, plus ou moins bien délimité, disponible pour y placer quelque-chose ou quelqu'un, et la « *place est la réalité intelligible* », soit un endroit investi d'une signification pour ses usagers.

*« Physically, a place is a space which is **invested with understandings** of behavioural appropriateness, cultural expectations, and so forth. We are located in "space", but we act in "place". »*

(HARRISON et DOURISH, 1996)

Selon eux, « *les places sont des espaces à valeur ajoutée* » et pour illustrer cette distinction, ils citent en exemple deux bâtiments assez semblables : un théâtre et un amphithéâtre. Ces deux constructions partagent un grand nombre d'analogies en matière d'architecture : la décoration de la pièce, la disposition spatiale, l'éclairage, le mobilier, etc. Cependant, ces deux lieux n'offrent pas du tout le même genre de spectacle. Il serait, en effet, déconcertant pour le public venu assister à une conférence dans l'amphithéâtre, que l'orateur se mette à chanter et à danser sur l'estrade. C'est donc bien la place, et non l'espace, qui fixe notre comportement.

La méprise des concepteurs d'EVC entre la notion d'espace et celle de place découle, à l'évidence, de la difficulté de les différencier car une place est, avant tout, située dans l'espace. Pourtant, si l'espace regroupe les possibilités et les contraintes physiques, les places reflètent davantage les conventions culturelles et sociales. Un espace ne se transforme donc en place que par l'usage de ses occupants.

### 3.3.3 Vers la notion de localité

FITZPATRICK et al. (1995, 1996a, 1996b) partagent le même point de vue que les auteurs précédents. Ils dénoncent l'usage abusif des métaphores spatiales qui tentent d'imiter le monde réel et toutes ses lois physiques, à grand renfort de techniques de réalité virtuelle, mais qui trop souvent tombent dans le piège d'une simple partition de l'espace en zones (les rooms, par exemple), dépourvues de sens, qui servent uniquement à la localisation des actions.

Pour expliquer leur jugement, FITZPATRICK et al. font appel à la *Théorie de l'Action* de Anselm STRAUSS (1993). Ce sociologue de l'école interactionniste y définit la notion de **mondes sociaux** (*Social Worlds*), qui désignent une unité d'interaction apparaissant lorsqu'un nombre suffisant d'individus s'efforcent d'agir de façon collective. En d'autres termes, il énonce l'existence d'une entité immatérielle rassemblant un groupe de personnes qui partagent le même engagement dans une action collective.

Selon STRAUSS, les « dimensions » d'un monde social peuvent varier avec la connaissance ou l'ignorance du but à atteindre, avec la durée de vie, avec les contraintes organisationnelles, etc.

L'appartenance d'un individu à un monde social est délimitée, non pas par la géographie du lieu ou de l'organisation dans lesquelles il s'insère, mais uniquement par les moyens de communication qui sont à sa disposition.

Un monde social peut, lui-même, être composé d'autres sous-mondes — ceci correspond bien à l'aspect dynamique du travail de groupe décrit dans la section précédente (*cf.* la dualité tâche/activité, page 64) — et un individu peut être impliqué dans plusieurs mondes à la fois.

À partir de ce concept de monde social, FITZPATRICK et al. définissent la notion de **localité** (*Locale*) qui sont « *une collection de conditions qui activent et contraignent les possibilités d'agir, et qui vont former un contexte pour les actions futures* ».

Une localité spécifie donc une place, au sens de HARRISON et DOURISH. Il est, ici encore, question d'un lieu qui ne se résume pas à des coordonnées spatiales, mais plutôt à une structure abstraite d'un environnement de travail issu d'une symbolisation du monde social et des moyens de communication.

Il s'agit désormais d'explorer les implications structurelles et temporelles du travail de groupe, qui sont en évolution constante, et ne plus étudier l'espace pour lui-même, mais le but pour lequel il est employé.

### 3.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons cherché à montrer que l'espace jouait un rôle bien particulier vis-à-vis de la collaboration. Nous nous sommes, tout d'abord intéressés à la perception physiologique et sociale de l'espace, pour comprendre leurs mécanismes. Puis, nous avons décrit les particularités des espaces d'activité, qui correspondent à la catégorie d'espace que nous cherchons plus particulièrement à recréer via l'outil informatique dans les EVC. Pour terminer, nous nous sommes rendu à l'évidence que le terme espace était trop vague, qu'il ne recouvrait que l'aspect physique des choses et pas la perspective sociale. Il faut, par conséquent, lui préférer celui de place qui englobe tous les éléments des environnements de travail et spécifie un contexte à ses utilisateurs.

---

Cette incursion du côté des sciences humaines a éclairé notre connaissance des espaces d'activité partagés. Nous pouvons à présent entreprendre une réflexion en vue de bâtir une place, c'est-à-dire un EVC rassemblant les indices nécessaires et suffisants pour accueillir des activités collaboratives plus humaines, qui s'intégreront donc mieux aux modes de travail usuels. Cet outil, ainsi créé, pourra alors non seulement servir pour le TCAO, mais également comme moyen d'étude de la perception humaine et du contexte de travail en groupe.



Deuxième partie  
Contributions au domaine



# Chapitre 4

## Les fondements du projet Space

*« Do or do not.  
There is no try! »*

YODA (personnage de George LUCAS)  
The Empire Strikes Back

## Sommaire

---

<b>4.1</b>	<b>Comment concevoir une IHM pour le TCAO? .</b>	<b>80</b>
4.1.1	Métaphore spatiale pour le TCAO . . . . .	80
4.1.2	Cinq recommandations importantes . . . . .	82
4.1.3	Comment assister l'utilisateur via l'IHM? . . . .	84
4.1.4	Comment résoudre le problème de la distribu- tion des objets multimédias? . . . . .	85
<b>4.2</b>	<b>Fondements théoriques . . . . .</b>	<b>87</b>
4.2.1	Métaphore du théâtre et IHM . . . . .	87
4.2.2	Contexte social du TCAO et IHM . . . . .	88
<b>4.3</b>	<b>Une architecture multi-agent héritée du projet Co-Learn . . . . .</b>	<b>90</b>
4.3.1	Architecture logicielle distribuée de Co-Learn . .	91
4.3.2	Architecture logicielle distribuée de Space . . . .	93
<b>4.4</b>	<b>Conclusion . . . . .</b>	<b>94</b>

---

CES VINGT DERNIÈRES ANNÉES , grâce aux travaux initiés par Xerox et continués par Apple avec Macintosh™ et par MicroSoft avec Windows™, le « bureau » s'est unanimement imposé comme la métaphore d'interaction entre l'homme et la machine pour le travail individuel. Naturellement, les premiers collecticiels furent conçus comme une extension multi-utilisateurs d'applications mono-utilisateur, les développeurs s'intéressant principalement à résoudre les problèmes liés à la réplication et aux droits d'accès aux données partagées.

Malheureusement, la métaphore du bureau montre ses limites lors du passage au travail de groupe. En effet, le nombre d'informations à présenter sur l'écran croît de façon considérable lors de séances de travail collaboratif car les collecticiels doivent présenter à l'écran non seulement les documents partagés par le groupe, mais également des informations sur l'activité comme la liste des participants ou un historique du travail réalisé. Autant de fenêtres distinctes, qui une fois affichées sur l'écran inondent l'utilisateur sous un flot de données sans relations apparentes entre-elles.

Le projet *Space* tente de proposer une alternative aux interfaces homme-machine traditionnelles pour les collecticiels. Nous avons pris le parti d'intégrer, de fusionner, tous les éléments visuels (représentation des participants, des documents, des outils, ...) intervenant dans une activité coopérative au sein d'un seul et même espace de travail partagé. L'absence de démarcation entre ces éléments doit offrir aux utilisateurs un contexte, un support visuel, un point de vue privilégié sur le travail leur facilitant l'élaboration d'une représentation mentale de l'activité de groupe.

Ce chapitre présente les prémisses du projet *Space*, à savoir : les réflexions menées sur les singularités de l'interaction homme-machine (IHM) pour le travail collaboratif assisté par ordinateur (TCAO) ; les fondements théoriques qui

sont à la base de notre projet ; ainsi que la plateforme logicielle de TCAO qui nous sert de point de départ pour la réalisation de notre prototype d'interface.

## 4.1 Comment concevoir une IHM pour le TCAO ?

Nous présentons dans cette section les réflexions sur les aspects amont du projet Space, à savoir : les problèmes dans le choix d'une métaphore spatiale et cinq recommandations pour la conception des interfaces des environnements de TCAO.

### 4.1.1 Métaphore spatiale pour le TCAO

Notre modèle conceptuel général du TCAO est déjà situé en terme d'espaces abstraits : espace de production, espace de communication et espace de coordination (voir le trèfle du TCAO page 15). Notre problème fondamental est de savoir comment projeter ces espaces conceptuels dans une place d'interaction multimédia avec l'utilisateur.

L'utilisation de métaphores (ex : le bureau), pour la conception des IHM entraîne deux types de problèmes généraux :

- ▷ Il faut que la métaphore soit reconnue par l'utilisateur. C'est le rôle du réalisme ou des abstractions visuelles, la création de lieux reconnaissables. Il faut donc lever les ambiguïtés. Il faut rappeler que cette reconnaissance de la métaphore est tant perceptive (vision par exemple) que culturelle (exemple d'analyse de photos d'immeubles connus) ;
- ▷ Ensuite, il faut que la métaphore soit manipulable. C'est-à-dire offrir des moyens d'interagir avec la métaphore (ex : les mouvements, la sélection, etc.) et ceci d'une manière consistante.

L'idée qui prédomine la conception actuelle des IHM est de retrouver la familiarité des lieux connus (bureau, salle de réunion, etc.). Il est évident que dans la vie de tous les jours ces lieux jouent un rôle fondamental dans la perception de notre environnement. Du point de vue du travail coopératif, un simple coup d'œil sur un lieu nous permet d'apprécier :

- ▷ le style de communication qui pourra y prendre place dépendant de la disposition physique (ex : la table, la chaise), du nombre de participants, du décors et de l'ambiance (du bureau directorial au « coin café ») ;
- ▷ la nature des activités coopératives qui vont pouvoir se dérouler. Ceci est souvent explicité par la présence d'artefacts (tableau blanc, système de production d'écrits, etc.) qui pourront être mis en œuvre collectivement.

Les lieux sont donc des **places d'actions** fournissant une vue partagée, ou partageable, de l'environnement commun ainsi que des artefacts et participants qu'il contient. Les artefacts sont à la fois les objets du discours et les outils qu'il faut utiliser pour les transformer. Les lieux ont des limites (rigides ou perméables), un dedans et un dehors (on peut donc y rentrer ou en sortir).

Dans une place d'action, il existe une distance spatiale entre les éléments contenus par le lieu, les participants et les artefacts. Il y a donc des concepts tels que « *distant* », « *proche* », « *au voisinage* », « *à proximité de* », « *à portée de* », ..., qui expriment une métrique pour les distances spatiales.

Dans la mesure où l'environnement que nous souhaitons développer doit supporter plusieurs types d'organisations temporelles de l'activité (synchrone ou asynchrone), il nous faut aussi faire rentrer dans cette métaphore d'IHM la notion de temps. Celui-ci contient les concepts de passé, présent, futur, de durée, de continuité, de synchronisme ou d'asynchronisme.

Il faut remarquer que l'espace-temps est une notion difficile à appréhender par l'être humain et qu'il en parle en général de façon métaphorique que ce soit en empruntant à l'espace géométrique (le futur proche, lointain, dépasser le temps, ...) ou à d'autres domaines comme l'économie (gagner, perdre, gaspiller du temps).

Du point de vue cognitif, l'être humain développe un concept cognitif d'espace afin d'appréhender le monde réel. Ce concept spatial permet le développement d'une image mentale globale qui l'aide dans sa confrontation avec la complexité de l'environnement, où chaque chose prend sa place. Meilleure est l'image cognitive/mentale et son adéquation avec le monde réel et meilleures seront les possibilités d'actions individuelles adéquates.

Des concepts cognitifs permettent à l'être humain de développer et d'appliquer les notions intuitives de présence et de temps qui, s'ils sont partagés avec les autres partenaires du processus coopératif, seront les pré-conditions de base à la communication et à la coopération.

Il faut rappeler ici que la conception de nouvelles interfaces pour interactions multi-parties essaye de répondre en priorité à cette question : « *Comment l'environnement va-t-il renforcer la sensation de co-présence ?* » (c'est la notion de « *workspace awareness* » que nous avons présentée dans le chapitre 1).

Le concept psychologique de présence est particulièrement important pour les interactions spontanées, non planifiées qui supportent les activités faiblement structurées (tâches de conception, remue-méninge, créativité, etc.).

Dans les situations de collaborations traditionnelles (c'est-à-dire sans la médiation de l'ordinateur) l'organisation de l'espace de travail joue un rôle important. Par exemple, la conception des salles de réunions pour permettre aux participants une meilleure intégration des informations énoncées et reçues sous différentes formes (visuelles, acoustiques, haptiques, etc.).

L'importance et les problèmes soulevés par l'utilisation d'une métaphore

spatiale, étant esquissés, nous pouvons maintenant essayer de fournir un certain nombre de critères (points de vue) relatifs à l'analyse des IHM pour le TCAO.

### 4.1.2 Cinq recommandations importantes

De notre expérience dans la conception de collecticiels et d'environnement de TCAO ainsi que de leurs évaluations en conditions réelles, nous avons tiré cinq recommandations pour la conception de la prochaine génération (DERYCKE et al., 1995). La plupart de nos recommandations sont confirmées par d'autres auteurs, tel SASSE (1994) pour les systèmes temps-réel de conférences multi-média. Ces recommandations sont également à l'origine du projet Space.

#### Conscience de groupe

La conscience de groupe ("collaboration awareness") est relative à tous les indices qui doivent être ajoutés à la traditionnelle interface mono-utilisateur afin de faire prendre conscience, à l'utilisateur, des autres et de leurs actions, à la fois, dans l'espace de communication (*Qui parle ?*, par exemple) et dans l'espace de production (*Qui utilise cet objet partagé ?*, *Qui est le propriétaire de ce chapitre ?*, *Que fait ce participant ?*).

La conscience de groupe est non seulement nécessaire pour favoriser la coordination entre les participants, en parant ou en mettant en évidence les conflits éventuels, mais également du point de vue social, en offrant une meilleure perception de l'unité de lieu qui réunit activité et outils. Dans de nombreux cas, la conscience de groupe doit être étendue afin d'inclure les actions occasionnelles, les rencontres à caractère social, c'est-à-dire qui sont de nature non-prédictive en matière de travail coopératif.

#### Seamlessness

Le principe de Seamlessness repose sur la nécessité de supporter un mode d'action sans ruptures ("seams"), plus spontané et naturel. Il est lié à l'organisation des espaces visuels. Si l'information est répartie dans des fenêtres indépendantes, par exemple, le changement de focus entre ces différentes fenêtres limite, d'une part, la continuité d'action et, d'autre part, accroît de beaucoup la charge cognitive.

Le principe de seamlessness est le point d'entrée de la « fusion » : la composition spatiale des espaces de production et de communication. L'utilisation de fenêtres semi-transparentes offre plus de repères en matière de communication (exemple du contact visuel mutuel).

Heureusement, les évolutions récentes des IHM graphiques, avec OpenDoc™ chez Apple ou Active X™ chez MicroSoft, facilitent la création d'applications de production coopérative de documents respectant le principe de seamlessness. L'édition « en place » permet d'employer des outils habituels, connus de l'utilisateur hors du travail de groupe. Ceci renforce la place du document et

la nécessité d'une interface plus orientée document dans laquelle les outils ne sont invoqués qu'à travers lui et dépendent de l'état de l'activité et du rôle de l'utilisateur.

### **Gérer le long terme**

Dans la plupart des cas, le travail collaboratif implique une coopération à long terme dans le cadre d'une équipe. Ceci a une conséquence immédiate sur la conception des systèmes de TCAO qui doivent gérer ce type de travail et ce, pas seulement au niveau des couches de l'architecture en veillant à la persistance de l'organisation ou de l'activité, au versioning, ..., mais également au niveau de l'interface. Par exemple, l'interface utilisateur doit rappeler le passé des activités coopératives, leurs aspects sociaux. Ceci peut être obtenu en raison de la familiarité des lieux, qui donne l'impression de « déjà vu », si la persistance de la représentation peut être garantie entre les sessions de travail.

### **Orientation de groupe et autonomie**

Les futurs systèmes de TCAO doivent être plus orientés vers la notion de groupe. C'est-à-dire que le groupe, une collection d'objets sociaux, doit être un élément de première classe au cœur du système.

Pourtant, des études sur le travail coopératif menées au sein de plusieurs organisations montrent que les groupes ne sont pas invariables, qu'ils sont perméables, qu'ils peuvent se scinder, se dissoudre, ... Pour offrir cette flexibilité, les systèmes de TCAO doivent fournir aux utilisateurs la possibilité de s'organiser en groupes et d'adapter l'organisation selon les besoins.

Au niveau de l'interface, ceci peut être obtenu en procurant des lieux vierges, c'est-à-dire des salles non encore spécialisées. Un utilisateur, ou un groupe d'utilisateurs, serait alors en mesure de les « décorer » avec les outils et les documents désirés, d'y autoriser l'accès à certaines personnes, ou à tous, afin de bâtir un espace de travail adapté à ses besoins. Des salles de type « cafétéria » peuvent, en outre, être laissées à disposition afin de faciliter les rencontres informelles et d'y faire naître de nouvelles collaborations.

### **Adapter la diversité des média selon l'activité**

La diversité des média, ou possibilité de communiquer des informations, doit être proportionnée et le support (texte, vidéo, audio, ...) choisi pour coller à l'activité en cours. À cause de la fascination pour le multimédia, il est facile de surcharger d'informations l'utilisateur ou d'utiliser de façon opportune les canaux de communication, provoquant ainsi une rupture ou une baisse de l'activité. Par exemple, si les participants sont impliqués dans une activité intense dans le but de créer, en commun, un schéma en utilisant un tableau partagé, il peut être perturbant de voir la vidéo des autres participants sur la même interface. Grâce au focus partagé qu'est le document, des études ont montré qu'une audioconférence suffisait.

Au niveau de l'interface, ceci implique que la représentation d'un objet, d'un participant par exemple, et sa place sur l'écran peuvent changer au cours de l'activité. Un participant pourra avoir plusieurs représentations : un label, une icône, une photo ou une vidéo selon l'activité en cours ou son rôle à cette étape. Le rôle des média dans le cadre des systèmes de TCAO est complexe car ils possèdent une présence sociale qui est fonction du jugement de l'utilisateur. Ces perceptions des moyens de communication découlent, non seulement de caractéristiques objectives (qualité, caractéristiques temporelles, ...) mais également de croyances, de dispositions, d'obligations sociales de l'utilisateur (CALDWELL et al., 1995).

### 4.1.3 Comment assister l'utilisateur via l'IHM ?

Favoriser la communication et la coordination sont les deux principaux enjeux des Environnements Virtuels Collaboratifs, comme nous l'avons vu dans le chapitre 1. Or, si l'on observe les collecticiels actuels il faut se rendre à l'évidence que leur interface, souvent surchargée par la quasi-totalité des objets intervenant dans l'activité, n'est guère facile à appréhender par les utilisateurs novices. Ils sont en fait bien en peine pour arriver à suivre le déroulement de l'activité et pour y prendre part.

Si l'on regarde, maintenant, du côté des IHM mono-utilisateur on constate que ces dernières années ont vu l'arrivée d'*assistants* chargés d'aider l'utilisateur à réaliser des tâches complexes. C'est un premier pas vers une nouvelle génération d'interfaces plus « intelligentes » que l'on nomme IUI<sup>1</sup> (MAYBURY, 1995). Par exemple, dans Mac OS on trouve depuis la version 7.5 un agent conseillé, intitulé *Apple Guide*<sup>TM</sup> (APPLE COMPUTER INC, 1994), qui indique précisément la marche à suivre pour réaliser une opération particulière. Dans Microsoft PowerPoint<sup>TM</sup> et Word<sup>TM</sup>, l'utilisateur a, à sa disposition, de nombreuses feuilles de style qu'il peut rapidement personnaliser pour concevoir ses propres documents.

Pourquoi ne pas s'inspirer de cette évolution des IHM mono-utilisateur et transposer ces assistants dans le monde du TCAO ? L'idée, sous-jacente ici, est d'assister l'utilisateur dans la composition d'une représentation visuelle et sonore pertinente de l'espace d'activité partagé dans le but d'augmenter la conscience de groupe.

Dans le domaine du multimédia, de nombreuses recherches ont déjà été réalisées sur ce thème (LIEBERMAN, 1996). La conception d'une présentation multimédia ne relève pas simplement de l'assemblage de flux de données, mais nécessite une coordination fine entre les médias à diffuser et les ressources physiques disponibles (BORDEGONI et al., 1997). Des outils spécifiques, les

---

1. "Intelligent User Interface".

“*Intelligent Multimedia Presentation Systems*” (IMMPS), permettent de générer automatiquement des présentations multimédia par raisonnement sur une base de connaissances comportant les caractéristiques des médias, le profil de l'utilisateur, le but recherché, la nature des informations, etc. (RIST et al., 1997b).

GRAF propose de pousser encore plus loin cette génération automatique grâce aux “*Intelligent Multimedia Layout Manager*” (IMMLM) qui ordonnent non-seulement les flux multimédia, mais gèrent également le placement des objets à l'écran en tenant compte de l'intention recherchée, de principes ergonomiques et de contraintes de représentation (GRAF, 1997a; GRAF, 1997b).

Nous nous orientons donc vers un outil du type IMMLM pour composer la représentation visuelle et sonore d'un espace multimédia virtuel commun en sélectionnant, et en présentant à l'utilisateur, les éléments les plus judicieux à chaque instant de l'activité.

#### 4.1.4 Comment résoudre le problème de la distribution des objets multimédias ?

Notre interface utilisateur doit également refléter les différents emplacements physiques et logiques des objets multimédias (source, nature, lieux, etc.). La composition spatio-temporelle de ces éléments, présentés à l'utilisateur, n'est pas uniquement résolue au niveau local, dans le poste de travail. La véritable topologie de composition des flux est bien souvent complexe et distribuée.

Pour capter ces localisations physiques et logiques, nous supposons que tout système multimédia distribué est composé de *sources*, ou émetteurs, (quelles qu'elles soient : micro, caméra, fichiers multimédia, ...), de *destinataires*, ou récepteurs, (les enceintes, écran, fenêtres, ...) et de *connecteurs* (les flux de données) qui les relie. Pour chaque objet multimédia, nous devons trouver les réponses aux questions suivantes :

- ▷ Où s'effectue la composition : à la source ; dans le réseau, via des nœuds dédiés que l'on nomme ponts de composition ou « Multipoint Control Units » (MCU) ; chez le destinataire ; ou alors de façon hybride ? Voir (BOYER et LUKACS, 1994) pour de plus amples renseignements sur la composition de flux multimédia et les MCU.
- ▷ Qui contrôle la composition : le poste de travail de l'émetteur ; celui du destinataire ; un intermédiaire ; ou toute forme hybride ?
- ▷ Quand est décidé la composition : lors de l'initialisation du système (statique) ou pendant l'exécution (dynamique) ? Quel sont les événements qui synchronisent l'évolution de la composition : sont-ils générés par l'utilisateur ou par le système lui-même ?

## Une illustration

Pour illustrer ces problèmes de topologie, nous présentons un exemple de situation coopérative synchrone type, utilisant une combinaison d'outils de TCAO existants, à partir du scénario suivant.

Dans le cadre d'une fabrication collective d'un objet manufacturé, Michelle, dont le bureau est situé à Lille, désire organiser une réunion de travail à distance. Dans ce but, elle a effectué une réservation des ressources nécessaires pour cette session : un système de visioconférence avec tableau blanc partagé et un pont (MCU).

Elle désire, lors de cette séance, s'entretenir avec quelques-uns de ses sous-traitants anglais : Paul et George qui se trouvent à Liverpool, John à Manchester et Ringo à Lancaster. En réalité, il n'existe que trois sites distants pour Michelle car Paul et George partagent un même poste de visioconférence (co-localisation).

Pour cette réunion, Michelle a également réclamé l'aide d'un expert financier, Lucie, qui est située près de Lille et qui est raccordée au réseau métropolitain large bande (ATM). La présence de Lucie doit rester secrète pour les anglais ; cela implique qu'elle pourra voir et entendre ce qui se déroule dans la réunion mais qu'elle ne sera pas en mesure d'y prendre part directement. Toutes ses interventions seront uniquement destinées à Michelle et ignorées des autres.

La figure 4.1 montre la topologie relative au scénario présenté ci-dessus.

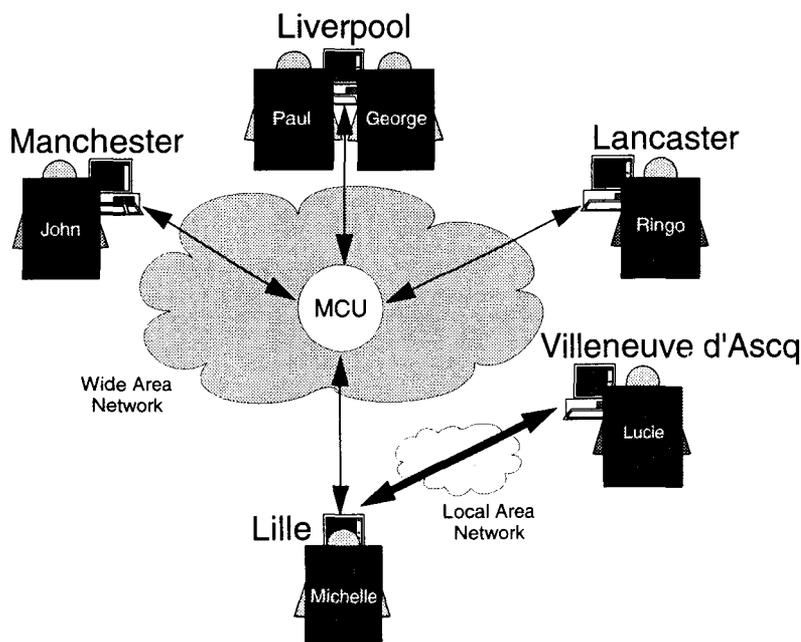


FIG. 4.1 – La topologie du scénario illustrant le problème de la distribution.

Cette situation est fort intéressante car elle regroupe et met en évidence plusieurs problèmes rencontrés lors de séances de TCAO, comme l'hétérogé-

néité des dispositifs techniques, les sous-groupes de travail, les sous-canaux de communication et la co-localisation de participants. Tous ces aspects sont plus fréquents qu'on ne le croit et doivent donc être pris en compte dans notre EVC.

## 4.2 Fondements théoriques

### 4.2.1 Métaphore du théâtre et IHM

L'emploi de la métaphore du théâtre n'est pas nouveau dans le domaine de l'interaction homme-machine. En particulier, les limites rencontrées dans certaines formes d'interaction par manipulation directe a conduit Brenda LAUREL (1990) à envisager un retour vers une vision plus anthropomorphique des IHM via des agents d'interface.

Par l'expression « L'informatique c'est du théâtre! », elle désire mettre un terme à l'informatique comme simple outil de traitement de l'information. Pour elle, l'informatique est, avant tout, un lieu de représentation dans lequel l'utilisateur et la machine interagissent par un ensemble d'actions à la fois affectives, cognitives et productives. L'interface ne doit donc plus être réduite à une fenêtre ouverte sur le fonctionnement interne de l'ordinateur, mais servir de scène de représentation où se déroulent les actions des deux intervenants.

La métaphore du théâtre est plus conceptuelle que visuelle. En effet, il ne s'agit pas de vouloir tout représenter à l'écran comme sur la scène d'un théâtre, mais d'employer des connaissances théâtrales pour améliorer les techniques d'interaction entre l'Homme et la Machine. Cette approche a déjà été employé avec succès dans la conception de certaines interfaces de navigation ou de présentation multimédia (NASS et al., 1994; WAGNER et CAPUCCIATI, 1996; RIST et al., 1997a). Toutefois, notre approche diffère légèrement des précédentes par son aspect multi-utilisateurs. En effet, dans une interface destinée au TCAO le déroulement de l'action n'est pas toujours aussi bien établi et dépend souvent des participants de l'activité.

Notre proposition s'oriente davantage vers une série d'agents capables d'assister la composition et la gestion de l'évolution de la présentation de l'ensemble des objets multimédia mis en œuvre dans l'activité, en fonction de son état d'avancement, du centre d'intérêt de l'utilisateur et de son niveau de familiarité avec le système (*cf.* § 4.1.3). Ces agents ne se substituent pas totalement à l'utilisateur mais, tels des conseillers, ils lui proposent un point-de-vue optimal sur l'espace d'activité. Si la liberté lui en est laissée et s'il le désire, l'utilisateur pourra toujours ignorer ces conseils et agencer son lieu de travail comme il le souhaite. Cependant, s'il accepte cette mise-en-scène automatique, il pourra consacrer tout son temps au travail de groupe sans se préoccuper des tâches subalternes.

En réalité, la métaphore du théâtre nous permet de décrire l'espace d'interaction avec un niveau d'abstraction qui comble nos exigences. Elle est orientée activité, alors que notre modèle conceptuel du TCAO<sup>2</sup> est plutôt basé sur la modélisation de tâches coopératives. Elle est, en outre, capable d'exprimer des indications scéniques, c'est-à-dire des contraintes spatiales et temporelles entre les objets multimédia à présenter. Enfin, elle est assez souple pour autoriser une certaine liberté d'interprétation lors de la représentation et tolérer des variations de style.

Par ailleurs, ce choix de la métaphore théâtrale est également cohérent avec notre hypothèse sur le contexte social du TCAO.

### 4.2.2 Contexte social du TCAO et IHM

ORAVEC (1996) met en avant l'aspect sociologique des environnements de TCAO qui doivent supporter les « Hommes Virtuels » et les « Groupes Virtuels ». Elle prône également la métaphore du théâtre, que l'on retrouve dans les approches ethnométhodologiques de l'analyse de la société par GOFFMAN (1959), et distingue certains éléments majeurs de la vie sociale, ainsi que leurs connexions, comme :

1. l'**action**, ce qui est en train de se produire ;
2. l'**agent**, celui qui opère l'action ;
3. l'**agencement**, comment l'action est réalisée ;
4. la **scène**, où l'action se déroule ;
5. le **but**, pourquoi l'action est exécutée ;
6. l'**audience**, comment cette action est perçue par les autres.

Cette « audience », à qui est destinée l'interface, est aussi présente dans le travail de Brenda LAUREL, mettant ainsi l'emphase sur la communication entre le concepteur, ses objectifs et l'utilisateur.

L'ouvrage de Jo Ann ORAVEC est important pour les fondements du projet Space car il explore, du point de vue des sciences humaines, le contexte du travail et les problèmes posés par l'utilisation du TCAO. Une analyse détaillée de toutes ses contributions est ici hors de propos, cependant nous pouvons souligner les réflexions suivantes :

- ▷ Sur la composition des ressources partagées et des espaces dans le TCAO, ORAVEC introduit le concept de **positionnement** (*positioning*) qui désigne le placement du travailleur, à la fois, dans le monde physique et

---

2. Notre modèle pour le TCAO est issu d'un projet précédent et implanté dans le serveur d'activités (cf. § 4.3).

en terme de relation aux routines organisationnelles. En citant HOLT, elle remarque que les enjeux du positionnement sont désormais focalisés sur la position de l'individu virtuel, ou du groupe virtuel, plutôt que sur les lieux de travail du monde réel. Ceci rejoint d'ailleurs le débat du chapitre 3 sur l'espace et la place.

- ▷ L'insistance sur la nécessité d'offrir des possibilités de sous-canaux de communication (apartés, sous-groupage dynamique, etc.) pour augmenter la fluidité et l'acceptation des environnements de TCAO. Nous y ajoutons également le potentiel de gestion des interruptions impromptues des systèmes multimédia temps-réels, ou des MédiaSpaces.
- ▷ ORAVEC propose des analyses intéressantes sur l'organisation physique des lieux de travail : l'agencement de l'espace (exemple de la table de réunion, qui sert de métaphore à Spln décrit dans le chapitre 6), le rôle des objets, la nécessité d'offrir des moyens de personnaliser et de décorer sa place de travail, ...

Ces différentes considérations devront être présente à l'esprit lorsque nous réaliserons notre système d'assistance à la composition de l'interface d'un environnement de TCAO.

Dans son dernier chapitre, ORAVEC défend une conception des environnements de TCAO basée sur une meilleure prise en compte de la dimension sociale, et du caractère *narratif* des interactions. C'est ce qu'elle désigne sous le vocable de "*Genre Responsive Design*".

Les conséquences pratiques qui émergent de cette caractérisation par *genre* sont données par ORAVEC :

1. « *The appearance of the individual's contributions: How do the individual's contributions appear in relation to what is constructed as the "group product"? To what extent might these contributions be distorted as a result of application-related modifications and influences? »*
2. « *"Positioning" of the individual and group: How are virtual individuals and groups distributed in the organization? »*
3. « *Restrictions or special privileges in the use of channels for social interaction: How are the forms and channels of interaction for group member structured? What restrictions for the use of these channels exist? Are any of the group members afforded "special" perspective on group activity? »*
4. « *Required levels of involment: How is "involment" constructed within the context of the application? What are the expected, required, or strongly suggested levels of involment for individuals in system-mediated interaction? Are these levels explicit? Do these levels of involment change at any point in the interaction? »*

5. « *Construction of social roles: What attempts are made by designers to construct individuals' roles within the context of the application? To what extent do individuals' social roles affect the scope of their activities? »*
6. « *Perspectives on system-level activity: How does group-level activity appear to the individual? If subgroup formation is supported in CSCW application environment, what perspectives are individuals afforded on the composition of the various subgroups and their activities? »*
7. « *In-group/out-group identification and segregation: What kinds of accounts are participants afforded of who is included in a group, and how "outsiders" are excluded, segregated, or otherwise distinguished? What accounts are given of relations of the group to the external organization? »*
8. « *Group memory issues — time frames for retaining accounts relevant to group process: Is there an explicit "expiration date" on application-related records? If not, what kinds of understandings do group members generally have concerning these records, and how do they come about these understandings? What kinds of access to these records are group members afforded in various stages of the records' existences? »*

Il est évident que ces propositions (LAUREL, ORAVEC), souvent stimulantes et provocatrices, sont difficiles à traduire dans le cadre de la conception informatique des environnements de TCAO. Cependant, ces travaux, ainsi que d'autres comme MANTOVANI (1996), ont le mérite d'attirer notre attention sur l'importance du contexte social, existant ou produit par l'usage des systèmes proposés. Ce changement de perspective est important et produit un élargissement du concept même d'Interaction Homme-Machine (DERYCKE, 1997).

Par symétrie, nous souhaiterions extraire des interactions de l'utilisateur avec son environnement de TCAO, des choix qu'il est amené à faire, des actions qu'il réalise, ..., un certain nombre d'informations permettant de construire un ensemble d'indicateurs sociaux destinés à faciliter la cohésion des groupes de travail et des tâches de médiation (ACKERMAN et STARR, 1996).

### 4.3 Une architecture multi-agent héritée du projet Co-Learn

Dans le cadre du programme de recherche et de développement européen DELTA, notre laboratoire a participé à la réalisation et à l'évaluation d'un projet d'apprentissage coopératif à distance intitulé *Co-Learn* (CROISY, 1995; HOOGSTOEL, 1995). L'objectif de ce projet était d'offrir une structure d'accueil ouverte et malléable aux différents outils de communication (synchrone ou asynchrone) et aux différentes configurations des groupes depuis l'apprenant

seul en auto-formation jusqu'aux télé-cours pouvant impliquer de nombreux apprenants.

La plate-forme logicielle résultante, appelée *ODESCA* (Open Distributed Environment Supporting Cooperative Activities), utilise déjà la notion de *salle virtuelle*, de *Room* (CARD et HENDERSON, 1986; BLY et al., 1993; BENFORD et FAHLÉN, 1993), comme métaphore de conception pour structurer la communication de groupe et l'organisation en espaces d'activité regroupant des *personnes*, des *ressources* et des *outils*.

### 4.3.1 Architecture logicielle distribuée de Co-Learn

La plateforme ODESCA se compose, d'une part, d'un *serveur d'activités* qui centralise toute les informations relatives aux activités d'une organisation (participants, ressources, rôles, etc.) et , d'autre part, de *clients* qui se connectent au serveur, via un réseau informatique, lors des séances de travail en groupe. La figure 4.2 présente sous forme d'un modèle en couche l'ensemble des composants mis en œuvre côté serveur et côté client.

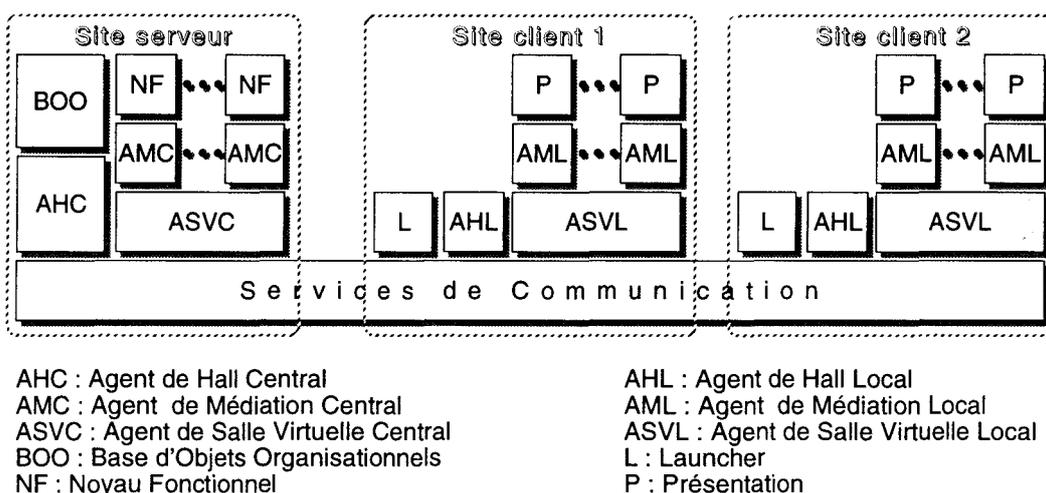


FIG. 4.2 – Architecture logicielle de Co-Learn pour une session où deux utilisateurs sont présents dans une même pièce de l'organisation.

#### La Base d'Objets Organisationnels

La **Base d'Objets Organisationnels** (BOO) contient de l'information sur la structuration de l'organisation dans laquelle l'application Co-Learn est employée. La BOO représente la partie administrative de l'organisation et archive les informations relatives aux utilisateurs, aux pièces, aux rôles de ces utilisateurs dans chaque pièce, ainsi qu'aux droits d'accès aux outils présents dans ces pièces.

## Les Services de Communication

Les **Services de Communication** procurent des mécanismes de transfert de données entre les différents sites. Les fonctionnalités suivantes sont offertes :

- ▷ la connexion d'un site client au site serveur ;
- ▷ l'envoi de données du serveur vers un client particulier ;
- ▷ la diffusion de données du serveur vers tous les sites clients ;
- ▷ l'envoi de données d'un site client vers un autre client ;
- ▷ la diffusion de données d'un site client vers tous les autres clients.

Par ailleurs, ces Services de Communication fournissent un mécanisme de sérialisation lors de l'émission des informations pour garantir un même ordre d'arrivée des données sur tous les sites connectés.

## Le Launcher

Le **Launcher** (L) est un composant logiciel situé sur chaque site client. Il est lancé par l'utilisateur qui désire entrer dans une session de travail en groupe avec Co-Learn. Le Launcher gère l'identification et l'authentification des utilisateurs du système.

## L'Agent de Hall Central et l'Agent de Hall Local

L'**Agent de Hall Central** (AHC) répond aux requêtes de chaque **Agent de Hall Local** (AHL). Un AHL est activé sur un site client dès qu'un utilisateur est authentifié par le Launcher. Cet AHL contacte alors l'AHC pour obtenir et afficher la liste des salles virtuelles auxquelles l'utilisateur a accès.

## L'Agent de Salle Virtuelle Central et l'Agent de Salle Virtuelle Local

L'**Agent de Salle Virtuelle Local** (ASVL) est activé par l'AHL lorsque l'utilisateur choisit une salle parmi celles de la liste. Cet ASVL est en contact avec un **Agent de Salle Virtuelle Central** (ASVC) qui lui communique la liste des outils à offrir à l'utilisateur dans cette salle. Côté client, chacun de ces outils est composé d'un Agent de Médiation Local et d'une Présentation ; côté serveur, nous trouvons un Agent de Médiation Central et un Noyau Fonctionnel.

## L'Agent de Médiation Central et l'Agent de Médiation Local

L'**Agent de Médiation Central** (AMC) véhicule tout d'abord les messages entre la Présentation et l'ASVL. Il envoie également des messages vers l'**Agent de Médiation Local** (AML) afin qu'il adapte la Présentation en fonction du rôle de l'utilisateur, de la *phase* et de l'*état* de l'outil correspondant (CROISY, 1995, figure 5 page 102).

## Le Noyau Fonctionnel et la Présentation

La **Présentation** (P) fournit l'interface utilisateur associée à la présentation des informations contenues dans le **Noyau Fonctionnel** (NF). Cette représentation visuelle est supervisée par AML afin de ne présenter, à tout instant, à l'utilisateur que les fonctionnalités effectives. Enfin, la Présentation gère l'interaction de l'utilisateur local avec ces données.

### 4.3.2 Architecture logicielle distribuée de Space

Pour bâtir notre Environnement Virtuel Collaboratif, nous avons, bien entendu, repris une grande partie des services développés dans le cadre du projet Co-Learn. Nous avons, en particulier, réemployé le noyau ODESCA pour la gestion de la persistance des données, ainsi que les services de communication, et modifié l'ASVL pour l'adapter à nos besoins. Nous avons, enfin, inséré deux agents spécifiques chargés d'élaborer une représentation cohérente de la Salle Virtuelle (*cf.* figure 4.3).

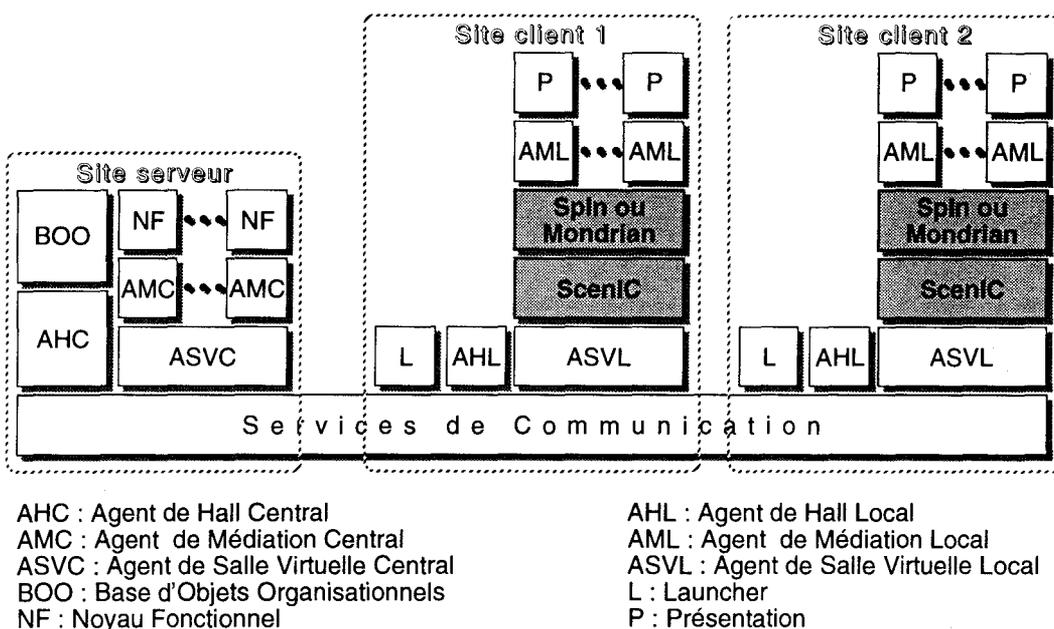


FIG. 4.3 – Architecture logicielle de Space pour une session où deux utilisateurs sont présents dans une même pièce de l'organisation.

Deux agents nous ont paru nécessaires pour distinguer la description des éléments à présenter, qui possède des caractéristiques et des contraintes relevant purement du domaine du TCAO (réplication d'objets, définitions des rôles et des droits associés, gestion de la cohérence, ...), de leur présentation visuelle et sonore qui dépend plutôt de critères graphiques et ergonomiques. Cette séparation nette entre abstraction et présentation nous permet, d'une part, de

réaliser un contrôle et un pilotage de l’affichage selon les règles prévues dans l’activité et, d’autre part, de filtrer les actions des utilisateurs locaux sur les objets présentés.

Nous avons donc conçu deux composants logiciels distincts, remplissant chacun l’une des deux tâches décrites ci-dessus, qui collaborent pour réaliser notre nouvelle interface. Dans la suite de cette thèse, nous présenterons l’abstraction, ScenIC (chapitre 5), ainsi que la présentation 2-D à base de fenêtres, appelée *Mondrian* (chapitre 6). La présentation 3-D (*Spln*) est brièvement décrite dans le chapitre 6 car elle fait l’objet d’une autre thèse réalisée par Grégory SAUGIS (1998), au sein de l’équipe Graphix du Laboratoire d’Informatique Fondamentale de Lille (LIFL)<sup>3</sup>, en étroite collaboration avec notre laboratoire.

## 4.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les prémisses du projet Space, à savoir : les réflexions menées sur les singularités de l’interaction homme-machine (IHM) pour le travail collaboratif assisté par ordinateur (TCAO), ainsi que les fondements théoriques qui sont à la base de notre projet.

Nous avons également décrit ici la plateforme logicielle de TCAO (serveur d’activités et clients) qui sert de point de départ au prototype Space et sur laquelle nous avons greffé deux nouveaux agents gestionnaires d’interface : une représentation abstraite de l’espace d’activité (ScenIC) et un module de rendu multimédia (*Spln* ou *Mondrian*). Dans le chapitre suivant, nous nous intéresserons à ScenIC qui modélise un lieu d’activité, une place, grâce à la métaphore du théâtre.

---

3. <http://www.lifl.fr>

## Chapitre 5

# ScenIC : un metteur en scène pour le TCAO

*« All the world's a stage, and all the  
men and women merely players... »*

William SHAKESPEARE  
As you like it, Acte II, Scène VII

## Sommaire

---

<b>5.1</b>	<b>Les fonctionnalités de ScenIC . . . . .</b>	<b>97</b>
5.1.1	Contenir une représentation conceptuelle abstraite de la scène . . . . .	98
5.1.2	Stocker les propriétés des différentes composantes	98
5.1.3	Établir une connexion permanente entre le serveur d'activités ODESCA et le module de rendu multimédia . . . . .	101
5.1.4	Gérer les contraintes spatio-temporelles . . . . .	102
5.1.5	Piloter le module de rendu multimédia . . . . .	104
<b>5.2</b>	<b>Étude de cas : la conférence scientifique . . . . .</b>	<b>105</b>
5.2.1	Inventaire des composantes . . . . .	106
5.2.2	Quelques propriétés des composantes . . . . .	107
5.2.3	Quelques contraintes spatio-temporelles . . . . .	108
5.2.4	Le scénario . . . . .	110
<b>5.3</b>	<b>Réalisation technique . . . . .</b>	<b>113</b>
5.3.1	Architecture physique . . . . .	113
5.3.2	Traitement des messages reçus de l'ASVL . . . . .	115
<b>5.4</b>	<b>Conclusion . . . . .</b>	<b>117</b>

---

DANS CE CHAPITRE , nous présentons ScenIC l'agent chargé de superviser la composition de la présentation visuelle et sonore de l'interface utilisateur. Cet agent possède une certaine connaissance sur l'activité et sur les objets à représenter. À partir de ces éléments et de règles de présentation, il pilote un module de rendu afin de présenter, tel un réalisateur, la scène la plus appropriée à l'utilisateur local.

Dans un premier temps, nous décrirons les différentes fonctions remplies par cet agent. Puis, nous illustrerons ces fonctionnalités par un exemple. Enfin, nous présenterons certains aspects techniques de sa conception.

## 5.1 Les fonctionnalités de ScenIC

ScenIC, notre modèle de scène pour le TCAO, s'acquitte des cinq fonctions suivantes :

1. **contenir une représentation conceptuelle abstraite de la Scène.**  
Il s'agit de créer une copie locale de l'espace de travail partagé à partir des informations stockées par le serveur d'activités. Pour cela, ScenIC reçoit et conserve un descriptif exhaustif de tous les éléments mis en œuvre dans l'activité (lieu où elle se déroule, personnes impliquées, outils et documents disponibles) ;
2. **stocker la liste des propriétés** de chacun des éléments cités ci-dessus. Il ne s'agit pas ici d'enregistrer les images ou les sons attachés aux objets à présenter, mais de contenir l'inventaire des différentes représentations possibles ainsi que leur localisation.
3. **établir une connexion permanente entre le serveur d'activités et le module de rendu multimédia.** En effet, ScenIC est le nœud

de transit obligatoire des messages à destination, ou en provenance, du module de rendu multimédia. Il offre ainsi une persistance des transactions entre le client et le serveur pendant toute la session et maintient la cohérence de la scène présentée.

4. **ajouter et gérer les contraintes spatiales et temporelles** sur la présentation des éléments. L'adjonction des contraintes est dictée par l'intégration des différents éléments présentés au sein d'un unique « espace d'activité ». Ces contraintes découlent pour la plupart de règles établies dans l'activité.
5. **piloter le module de rendu multimédia** afin de toujours mettre en évidence les éléments les plus régnants dans l'activité.

### 5.1.1 Contenir une représentation conceptuelle abstraite de la scène

Pour élaborer cette représentation conceptuelle abstraite nous avons pensé à affiner et à structurer la métaphore de Rooms en nous inspirant du monde du théâtre (LAUREL, 1991) et plus précisément du vocabulaire de la mise-en-scène. Ce travail nous a permis de dégager le concept de *Scène*, qui représente ce qui se passe à tout instant dans l'activité.

Puis, nous avons distingué trois composantes sémantiquement différentes et d'égale importance dans la Scène. La première, relative à la représentation du lieu où se déroule l'activité, est intitulée *Studio*. La seconde, représentant les différents utilisateurs qui sont impliqués dans l'activité, est appelée *Acteur*. Enfin, la dernière composante qui identifie les outils et les documents utiles à l'activité est nommée *Accessoire*. Ces trois composantes, bien que séparées dans notre modèle, possèdent certaines dépendances spatio-temporelles (cf. section 5.1.4). Ces trois composantes peuvent être spécifiées en utilisant un modèle orienté objet, comme OMT (RUMBAUGH et al., 1995) par exemple (cf. figure 5.1), où chacune d'elles possède ses attributs et ses méthodes.

### 5.1.2 Stocker les propriétés des différentes composantes

Pour une activité donnée, *ScenIC* contient une description détaillée de chacune des composantes à présenter qui est fonction de son type (voir ci-dessous). Ces informations sont archivées par ODESCA et transmises à *ScenIC* lors de l'entrée en session.

#### Studio

La composante **Studio** détermine le contexte visuel et sonore associé à la tâche. Elle sert de cadre, de référentiel commun, au groupe. À partir de l'organisation du Studio, c'est-à-dire de l'agencement du décor, des Acteurs

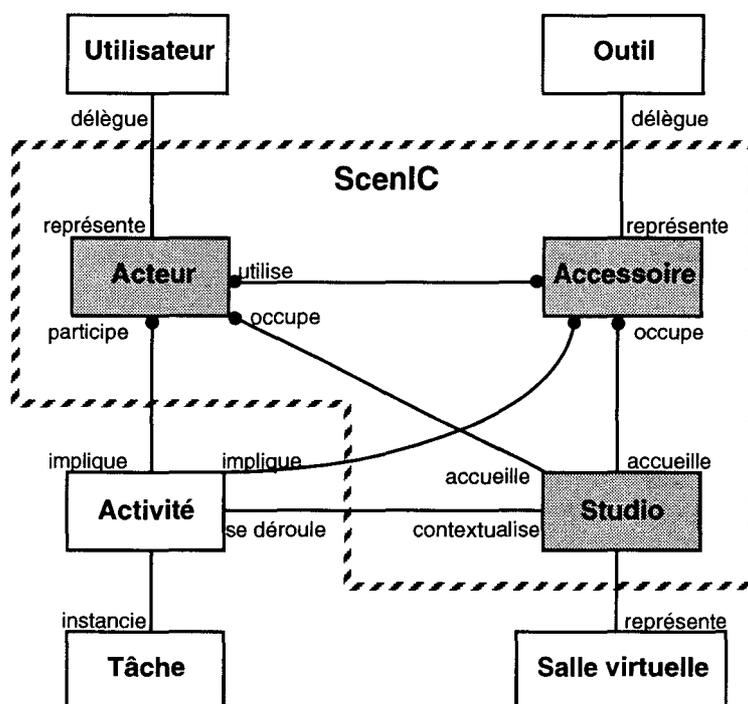


FIG. 5.1 – La spécification OMT d'une scène dans ScenIC.

et des Accessoires, l'utilisateur peut facilement se construire une représentation mentale qui lui permet d'identifier le type d'activité auquel il prendra part. Par exemple, la représentation d'un amphithéâtre peut laisser supposer qu'il s'y déroulera un cours accueillant de nombreux intervenants ; alors qu'un bureau, peut laisser entrevoir une activité entre un nombre plus restreint de participants. Ces deux exemples proposent une vision assez réaliste de l'espace d'activité, mais des représentations plus abstraites sont également possibles, notamment avec Mondrian (voir le chapitre 6).

Un Studio possède l'ensemble d'attributs suivant :

- ▷ le **décor** précise l'ambiance visuelle et sonore, l'atmosphère, de la Scène. Il fixe la représentation graphique, issue d'un modéleur 3-D par exemple, d'un lieu caractéristique (bureau, salle de réunion, amphithéâtre, cafétéria, ...) pour l'activité qui y a cours. Il précise également les propriétés sonores (réverbération, propagation, musique d'ambiance, ...) associées à cette représentation graphique ;
- ▷ les **dimensions limites** déterminent le volume disponible, qui est lié au choix du décor, pour placer les divers éléments et bâtir la Scène. Ces limites peuvent, dans certains cas extrêmes, devenir infinies afin de pouvoir présenter une quantité importante d'informations à l'écran (*Populated Information Terrain*, PIT) ;
- ▷ les **lois de placement** fournissent le moyen de contraindre, ou non, la

disposition de chaque Acteur et Accessoire dans la Scène. En particulier, de vérifier que leur position est bien comprise dans les limites du Studio ;

- ▷ les **liens vers d'autres Scènes**. À une Scène est associée une, et une seule, activité. Ainsi, dans notre système, le passage d'une activité à une autre correspond donc à un changement de Scène. Une Scène caractéristique (un *Hall*, un *Agenda* ou tout autre moyen adapté) est d'ailleurs nécessaire pour accueillir les utilisateurs et pour leur permettre de choisir une activité parmi toutes celles où il est impliqué.

Cette organisation en plusieurs niveaux de Scènes est une représentation du lieu de l'activité. Cette structure est dynamique car notre modèle du TCAO est adaptable, façonnable. Cette *malléabilité structurelle* (CROISY, 1995) permet d'accommoder le système à l'organisation dans laquelle il est implanté. Le module de rendu multimédia doit représenter ces liens et leurs modalités d'interactions afin que l'utilisateur puisse les activer. Le changement d'activité de l'utilisateur est associé à l'activation de ces liens dans la Scène présentée.

## Acteurs

Dans une Scène, un **Acteur** représente soit un participant de l'activité, soit un agent artificiel chargé de conseiller ou d'informer l'utilisateur. La composante Acteur prend en charge leur description et les informations sur leur implication dans l'activité (Qui parle?, Qui utilise le télépointeur?, ...).

Un Acteur comporte l'ensemble d'attributs suivants :

- ▷ le **nom** permet aux autres participants d'identifier l'Acteur représenté ;
- ▷ la **carte de visite** offre des informations complémentaires sur l'Acteur (comme sa localisation, son adresse e-mail, son numéro de téléphone, ...) ;
- ▷ la **représentation visuelle** peut être tout simplement une image fixe comme une photographie, une vignette ou une silhouette, mais également animée comme un clone ou une vidéo. Selon la nature de la tâche à accomplir, le système peut imposer à l'utilisateur une représentation particulière, parmi toutes celles disponibles, ou bien lui laisser libre choix ;
- ▷ la **représentation sonore** identifie la possibilité et les paramètres d'ouverture d'un canal de communication vocal avec un utilisateur associé à un Acteur, mais également les effets (spatialisation, écho, altération, coloration, accentuation, ...) éventuellement ajoutés au son original ;
- ▷ le **statut** indique l'état de l'utilisateur (est-il attendu, absent, présent, actif?). Nous pensons que la représentation visuelle des utilisateurs peut être utilisée pour indiquer des informations sur leur statut. Un « fantôme » pourrait indiquer l'absence momentanée d'un des utilisateurs. Éclairer différemment un Acteur, comme le clair de lune au théâtre,

pourrait signifier qu'il possède un droit particulier (comme de détenir le télépointeur ou d'être en train d'éditer un document partagé).

En résumé, les Acteurs « humains » sont pilotés par les participants de l'activité. Ils représentent les utilisateurs avec leurs liens de communication. Ces liens sont tributaires de la station de travail et du réseau, des différents matériels utilisés pour gérer les conférences audio et vidéo (ponts et moyens de contrôle), mais également des choix des utilisateurs.

Les Acteurs « artificiels » sont, quant à eux, pilotés par le système informatique. Ils incarnent des agents logiciels qui se manifestent pour avertir l'utilisateur qu'un événement vient de survenir dans l'espace d'activité partagé ou pour guider l'utilisateur dans une tâche complexe.

### Accessoires

Dans notre modèle, les **Accessoires** sont des documents présentant de l'information ou des outils de production (texte, vidéo, son, ...). L'Accessoire est géré au niveau d'ODESCA comme un composant outil. Il dispose donc d'un mécanisme qui définit le partage du document, ou de l'outil, entre les participants situés dans une même salle virtuelle.

Un Accessoire comporte l'ensemble d'attributs suivants :

- ▷ le **nom** permet aux participants d'identifier l'Accessoire représenté ;
- ▷ le **type MIME**<sup>1</sup> spécifie la nature du document (texte, image, son, vidéo, ...);
- ▷ la **localisation** indique où l'Accessoire est disponible.

#### 5.1.3 Établir une connexion permanente entre le serveur d'activités ODESCA et le module de rendu multi-média

ScenIC est l'interlocuteur privilégié du serveur d'activités d'ODESCA. Comme signalé précédemment, ScenIC est le point de passage obligé des messages entre le serveur et la présentation (Spln ou Mondrian) (*cf.* figure 4.3 page 93). Lors de la connexion du client au serveur, il reçoit les informations sur la Scène à présenter. À partir de ces dernières, il crée les différents objets (Studio, Acteurs et Accessoires) puis il transmet les données utiles au module de rendu multimédia pour qu'il puisse les présenter à l'utilisateur. En cours de session, lorsque qu'une modification des objets doit être répercutée sur tous les sites connectés à un même espace de travail partagé, le serveur émet vers ScenIC des

---

1. Les "Multipurpose Internet Mail Extensions" sont déjà utilisées par les protocoles SMTP (e-mail) et HTTP (World Wide Web) pour identifier le contenu d'un document transmis sur Internet (FREED et BORENSTEIN, 1996).

messages de mise-à-jour de la Scène. Ces nouvelles informations sont stockées dans ScenIC puis éventuellement adaptées et redirigées vers la présentation pour conserver une cohérence de rendu entre les différents sites distants.

ScenIC est également l'interlocuteur privilégié du module de rendu multimédia (Spln ou Mondrian). En effet, certaines actions de l'utilisateur local peuvent modifier l'état des objets présentés. Lorsque c'est le cas, le module de rendu multimédia doit en avertir ScenIC afin qu'il puisse mettre à jour sa structure de données. Ces modifications sont, ensuite, diffusées vers le serveur et les autres ScenIC connectés au même espace de travail, ceci, toujours dans le but d'assurer la cohérence globale de la Scène présentée entre tous les sites distants, tout en adaptant cette représentation au rôle de l'utilisateur local.

#### 5.1.4 Gérer les contraintes spatio-temporelles

ScenIC ne se contente pas de renfermer une description des objets de la Scène. Il emploie ces différents objets pour modéliser la composition graphique et sonore. Pour cela, il construit deux arbres, l'un pour la composition visuelle, l'autre pour la composition audio. Dans chacun de ces deux arbres, les feuilles représentent les composantes Acteurs et Accessoires de la Scène et les nœuds constituent les *opérateurs de composition*. Deux arbres sont effectivement nécessaires, car les opérations de composition peuvent différer selon le sens utilisé. Par exemple, on peut souhaiter voir tous les participants en même temps, mais n'entendre que l'un d'eux (celui qui possède le micro).

Les opérations de composition de la Scène sont reliées à la dimension spatiale ou temporelle :

- ▷ Les contraintes spatiales concernent les liens de proximité, ou d'agencement, qui peuvent éventuellement exister entre des objets d'interface ;
- ▷ Les contraintes temporelles indiquent les dépendances dans le temps qui peuvent éventuellement exister entre des objets d'interface.

Un certain nombre de recherches, notamment dans le domaine du multimédia, se sont intéressées au moyen d'exprimer des relations de synchronisation ou de placement entre différents éléments. Par exemple, KARMOUCH et al. (1994) présentent les sept relations temporelles élémentaires entre deux objets  $X$  et  $Y$  (cf. figure 5.2).

Ces sept relations sont extraites des travaux de James F. ALLEN (1983) sur l'algèbre des intervalles, dans lesquels il énumère 13 relations possibles (sept opérations basiques et six réciproques) entre une paire d'objets 1-D.

SHIH et CHANG (1997) proposent d'étendre ces relations aux espaces à deux dimensions, ou à trois dimensions, par conjonction de deux, ou trois, relations 1-D. Par ce procédé, ils dénombrent  $169 (= 13^2)$  relations possibles

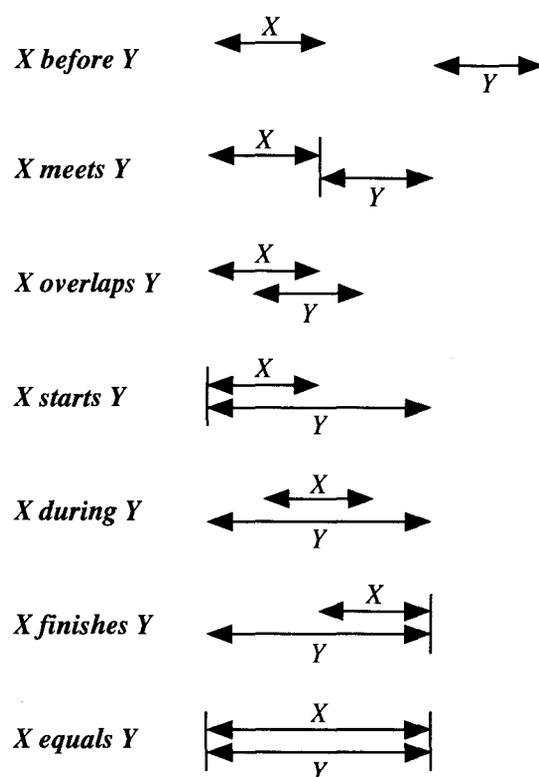


FIG. 5.2 – Les sept relations temporelles (d’après KARMOUCH *et al.*).

entre deux objets dans le plan (2-D) et 2 197(=  $13^3$ ) relations possibles dans l’espace (3-D).

Nous avons sélectionné certaines relations parmi les ( $13^3 \times 7$ ) disponibles pour les intégrer dans ScenIC. Il était inutile de vouloir toutes les intégrer car le but de ScenIC n’est pas de construire une représentation très précise de la Scène à la façon de VRML<sup>2</sup> ou des systèmes de présentation multimédia intelligents (IMMPS), mais bien d’exprimer des liens sémantiques ou logiques entre composantes en vue de favoriser une même perception de l’espace d’activité pour tous les participants, sans pour cela recourir au WYSIWIS strict. Nous ne cherchons pas à décrire un espace, mais bien une place au sens d’HARRISON *et al.* ou une localité au sens de FITZPATRICK *et al.* (*cf.* le chapitre 3).

Après une analyse des besoins pour décrire des Scènes collaboratives, nous avons retenu les relations suivantes :

▷ Pour les contraintes temporelles :

ET indique la présence simultanée de deux éléments, ou plus. C’est l’équivalent de la relation *equals* de ALLEN ;

<sup>2</sup> “Virtual Reality Modeling Language” est un langage employé pour décrire des scènes multimédia 3-D accessibles via Internet (*cf.* <http://www.vrml.org>).

OU indique l'exclusion mutuelle de deux éléments, ou plus. C'est l'équivalent de la relation *meets* de ALLEN.

▷ Pour les contraintes spatiales :

À CÔTÉ DE indique la proximité de deux éléments, ou plus ;

EN FACE DE indique une démarcation entre deux éléments, ou plus.

Ces relations permettent à *ScenIC* d'imposer au module de rendu multimédia des positions relatives, des simultanités, des exclusions, etc. entre les objets d'interface pour la composition locale de la Scène en fonction de contraintes désirées par le concepteur de l'activité.

Mais, elles offrent également la possibilité d'exprimer les contraintes de composition extérieures sur les flux audio-visuels. Nous pensons que l'usage de ponts d'audio/vidéo-conférences, de *Multipoint Control Units* (MCU), se généralisera pour limiter les coûts de transport (BOYER et LUKACS, 1994). Le principe de ces MCU consiste à combiner plusieurs flux de données en un flux unique épargnant ainsi de la précieuse bande passante sur les réseaux. Deux types de combinaisons de flux sont possibles. La première sélectionne l'un des flux pour le diffuser, c'est le cas des systèmes de visioconférences sur RNIS qui montrent l'image de celui qui parle. Le second assemble les différents flux pour n'en former plus qu'un, comme le mixage de différentes sources sonores ou la composition d'une mosaïque d'images vidéo. Ces différentes combinaisons doivent être connues du module de rendu multimédia afin de pouvoir construire correctement la Scène.

### 5.1.5 Piloter le module de rendu multimédia

La dernière fonction de *ScenIC* découle du nombre relativement important d'informations représentées à l'écran. Comment, parmi la myriade d'éléments affichés, identifier celui ou ceux qui sont maintenant le centre d'intérêt principal du groupe. *ScenIC* possède une certaine connaissance sur l'activité du groupe, comme la phase de travail actuelle ou le centre d'intérêt de chacun des participants, par exemple. En croisant ces multiples informations, il peut piloter le module de rendu multimédia afin de mettre en évidence tel objet plutôt que tel autre et, ainsi, aider l'utilisateur à mieux percevoir les actions du groupe dans la Scène en lui présentant les éléments qui semblent être les plus prégnants à chaque instant.

Pour cela, il est nécessaire de découper l'activité en phases, ou « **Actes** », et d'affecter, a priori, à chaque média une indication sur sa *présence* (obligatoire, disponible ou interdite) et sur son *degré d'intérêt* (DOI) dans chacun des actes. Le DOI est un entier compris entre 0 et 100 qui précise l'importance relative d'une composante dans une phase donnée de l'activité — plus la valeur est grande, plus la composante est essentielle. Il faut remarquer que DOI de chaque média est relatif et donc que, pour chaque acte, leur somme n'est pas

obligatoirement égale à 100%. Un module de rendu pourra, par exemple, interpréter l'indicateur de présence en terme de composantes à montrer, à icôniser ou à masquer, tandis que le DOI sera traduit en surface s'affichage.

Nous avons adopté les *Time-Lines* pour représenter ces informations. Les **Time-Lines** sont employés en Histoire pour synthétiser la chronologie des événements. En multimédia, ils servent à indiquer la synchronisation des différents média. Dans Macromedia Director™, par exemple, ils indiquent l'évolution, image après image, de chaque son ou image-objet (MACROMEDIA INC., 1996). La figure 5.3 reproduit les Time-Lines d'un fichier Director 5 comportant, en colonnes, une soixantaine d'images et, en lignes, les pistes réservées aux sons et aux multiples images-objets à afficher. La cellule, située à l'intersection d'une image et d'une piste, est la plus petite unité d'informations.

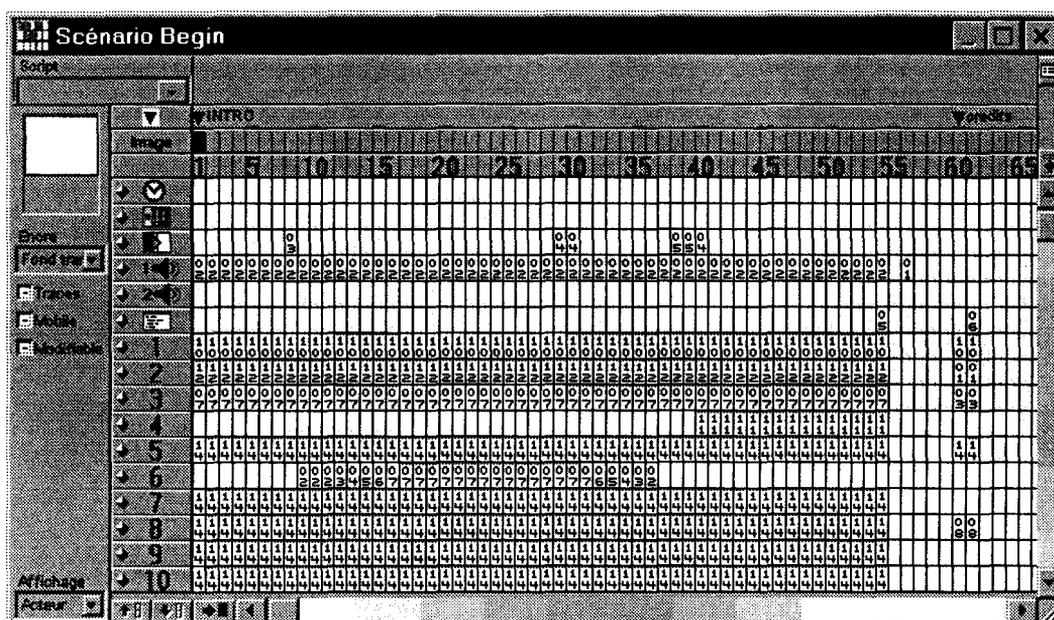


FIG. 5.3 – Utilisation des *Time-Lines* dans Macromedia Director.

Dans ScenIC nous utilisons les *Time-Lines* pour indiquer l'évolution du centre d'intérêt du groupe en fonction des actes successifs de l'activité. L'ensemble des *Time-Lines* est regroupé dans ce que l'on appelle le « **Scénario** ». Plusieurs Scénarii sont définis lors de la création de la tâche dans ODESCA par l'administrateur de l'organisation, chaque Scénario correspondant à un rôle différent dans l'activité.

## 5.2 Étude de cas : la conférence scientifique

Pour illustrer chacune des fonctions de ScenIC, nous allons traiter l'exemple d'une conférence scientifique médiatisée via Space. Cinq personnes participent à cette conférence : un maître de conférence, un conférencier et trois panelistes.

Tous assistent à cette conférence médiatisée depuis leur lieu de travail habituel. Pour cela, ils utilisent leur micro-ordinateur multimédia et disposent des ressources réseau (MBone) nécessaires au transit de la vidéo et du son. Du fait de leur co-localisation et par soucis d'économie, les panelistes utilisent un pont qui diffuse pour l'image, une mosaïque comportant leurs trois vignettes vidéo ; et pour le son, la voix de l'un d'eux.

De plus, cette conférence est publique, mais chaque individu du public n'est pas représenté dans la Scène afin de ne pas encombrer les réseaux par de trop nombreux flux audio-visuel et de ne pas surcharger l'écran des usagers. Une image fixe de foule peut par contre être ajoutée au décor pour informer de l'aspect public.

L'ensemble des informations (Studio, Acteurs, Accessoires, contraintes spatio-temporelles et Scénarii) concernant cet exemple d'activité collaborative est archivé dans le serveur d'activités ODESCA. Cette description de la Scène est réalisée lors de l'étape de modélisation de l'activité par le responsable de l'activité chargé de préparer la conférence.

Actuellement, ces informations sont saisies directement dans la Base d'Objets Organisationnels par l'administrateur du serveur conjointement avec le responsable de l'activité. Par la suite, nous envisageons de fournir plusieurs « patrons » ou modèles, correspondant à de grandes classes de situations collaboratives récurrentes, que le responsable de l'activité pourra simplement dériver afin de les adapter à ses besoins immédiats.

### 5.2.1 Inventaire des composantes

La première étape consiste à identifier les Acteurs, c'est-à-dire les différents participants à la conférence, et les moyens techniques nécessaires, les outils ainsi que les documents utiles dans cette tâche.

#### **Pour le Studio :**

La tâche « conférence scientifique » se déroule dans le Studio intitulé « amphithéâtre ».

#### **Pour les Acteurs :**

Dans la tâche « conférence scientifique » nous distinguons 4 rôles :

- ▷ un **conférencier** invité qui présente ses travaux ;
- ▷ un **maître de conférences** qui anime la conférence ;
- ▷ des **panelistes** chargés de questionner le conférencier ;
- ▷ le **public** qui assiste à la conférence.

### Pour les Accessoires :

La tâche « conférence scientifique » nécessite les deux Accessoires suivants :

- ▷ un **outil de présentation synchronisé** de documents multimédia qui permet au conférencier d'illustrer ses propos ;
- ▷ un **outil de communication textuel** (de type *e-mail* ou *chatter*) qui laisse le public rédiger des questions et les envoyer au maître de conférences afin qu'il les pose au conférencier.

### 5.2.2 Quelques propriétés des composantes

Maintenant que toutes les composantes sont connues, voyons quelques-unes des propriétés d'un Acteur, le conférencier par exemple (*cf.* figure 5.4), et d'un Accessoire, le document du conférencier (*cf.* figure 5.5).

#### Pour le conférencier :

L'Acteur « jouant le rôle » du conférencier comporte les propriétés présentées dans la figure 5.4.

Name	Value
[-] this	0x004114d0 {Actors}
[-] CObject	{CObject}
- Id	1
[-] Login	{"Patrice"}
[-] Role	{"conferencier"}
- Status	PRESENT
[-] Photo	{...}
[-] MIME_Type	{"image/jpeg"}
[-] URL	{"file://z:/space/photos/patrice.jpg"}
[-] Clone	{...}
[-] MIME_Type	{"text/vrml"}
[-] URL	{"file://z:/space/clones/patrice.vrl"}
[-] Video	{...}
[-] Audio	{...}
[-] Carte_Visite	{...}

FIG. 5.4 – Exemple de propriétés pour l'Acteur « conférencier ».

Outre un **identifiant** unique (Id) dans Space, nous trouvons son **nom**, dans le cas présent *Patrice*, son **rôle** dans l'activité (ici *conferencier*) et son **état** actuel vis-à-vis du groupe (il est *present* dans la salle). Les champs suivants décrivent les différents médias disponibles pour représenter ce participant. Tout d'abord sous forme d'une **photo**, en l'occurrence une image

au format JPEG qui est archivée sur le disque-dur partagé z : dans le fichier \space\photo\patrice.jpg. Ensuite, sous forme d'un *clone*, c'est-à-dire un fichier VRML contenant un modèle 3-D de cet Acteur. Deux autres représentations sont également disponible : un flux *video* et un flux *sonore*. Enfin, une *carte de visite* procure des renseignements complémentaires sur le conférencier comme son adresse e-mail ou son numéro de téléphone.

#### Pour le document du conférencier :

L'Accessoire « document du conférencier » comporte les propriétés présentées dans la figure 5.5.

Name	Value
[-] this	0x004122e0 {Artefacts}
[-] CObject	{CObject}
- Id	5
[-] Name	{ "Présentation du projet Space" }
- Status	ACTIF
[-] Role	{ "document_conferencier" }
[-] Description	{ ... }
[-] MIME_Type	{ "text/html" }
[-] URL	{ "http://www-trigone.univ_lille1.fr/sp..." }

FIG. 5.5 – Exemple de propriétés pour l'Accessoire « document du conferencier ».

Comme pour les Acteurs, chaque Accessoire possède un **identifiant** unique (Id). Un **titre** spécifie le document (ici "Présentation du projet Space"), un **rôle** est attribué pour préciser son utilisation au sein du groupe (document\_conferencier), tandis que le **statut** indique l'état local du document (actif). Par ailleurs, le champ **description** contient une information sur le format du document (son type MIME), en l'occurrence un fichier HTML, et sur sa localisation (son URL<sup>3</sup>).

### 5.2.3 Quelques contraintes spatio-temporelles

Outre les différentes composantes, le responsable de l'activité peut imposer des contraintes spatio-temporelles sur la Scène à présenter. Ces indications scéniques sont introduites dans le serveur par l'administrateur et envoyées à ScenIC au début de chaque session de travail en groupe. À partir des ces informations, il élabore deux représentations abstraites de la Scène, l'une pour la composition visuelle (*cf.* figure 5.6), L'autre pour la composition sonore (*cf.* figure 5.7).

3. Les "Uniform Resource Locators" sont utilisés sur Internet pour fournir un moyen homogène d'accès à des ressources diverses (BERNERS-LEE et al., 1994).

### Pour la composition visuelle :

Plusieurs éléments graphiques sont employés pour construire la Scène visuelle. Nous trouvons d'abord trois flux vidéo, un premier pour le conférencier, un second pour le maître de conférences et un troisième pour les panelistes. L'image vidéo des panelistes, émise par un pont, est constituée par la juxtaposition des trois vignettes vidéo de chacun d'eux (*cf.* figure 6.12 page 139). Il s'agit d'une contrainte extérieure au système que ScenIC prend en compte et matérialise par une contrainte temporelle ET. Les autres ingrédients graphiques de la Scène sont le décor du Studio associé à l'activité, le document du conférencier et l'outil de communication textuel.

Plusieurs contraintes de présentation sont également introduites par le concepteur de la Scène. Ainsi, on désire que le conférencier soit toujours placé À CÔTÉ DE son document. De même, on souhaite représenter à l'écran le maître de conférences OU les panelistes, mais jamais les deux à la fois. Par contre, les autres éléments visuels peuvent être visualisés simultanément. À partir de ces quelques règles, ScenIC élabore l'arbre de composition visuelle de la figure 5.6.

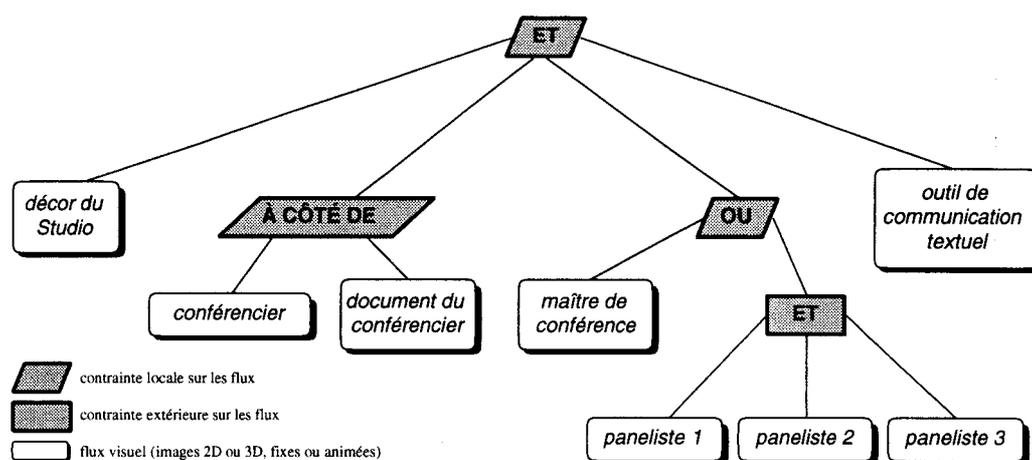


FIG. 5.6 – Arbre pour la composition visuelle de la Scène.

### Pour la composition sonore :

Côté son, nous trouvons trois flux associés, comme pour l'image, au conférencier, au maître de conférences et aux panelistes. La seule différence réside dans la composition du flux des panelistes. Cette fois, le pont d'audioconférences ne retransmet qu'un seul des flux qu'il reçoit. Il s'agit encore d'une contrainte matérielle extérieure au système (pont) perçue par ScenIC. D'autres éléments sonores sont ajoutés comme la bande-son du document multimédia ou une musique d'ambiance diffusée avant le début de la conférence pour faire patienter les participants.

Les contraintes implantées par le concepteur de la Scène interdisent seulement à la musique d'ambiance d'être mixée avec les autres sources sonores.

À partir de ces règles, ScenIC élabore l'arbre de composition sonore de la figure 5.7.

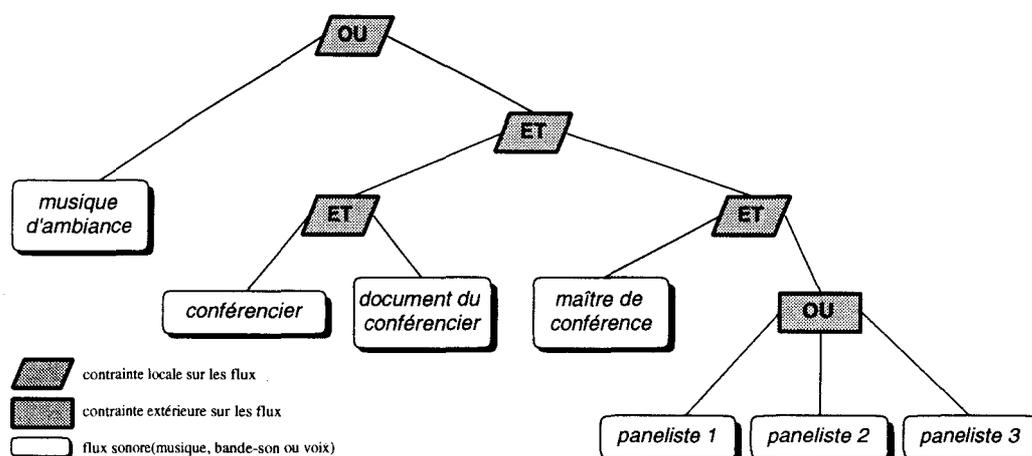


FIG. 5.7 – Arbre pour la composition sonore de la Scène.

#### 5.2.4 Le scénario

Pour produire les Time-Lines, il est d'abord nécessaire de décomposer la tâche « conférence scientifique » en différents actes. Une brève analyse en fait ressortir six :

1. l'**attente** de l'arrivée de tous les participants à la conférence (pendant cette phase une musique d'ambiance est diffusée (fichier local .wav par exemple) afin que chacun puisse régler son niveau d'écoute) ;
2. l'**introduction** permet au maître de conférences d'accueillir les participants, de présenter le conférencier invité et le sujet de la conférence ;
3. l'**exposé**, proprement-dit, pendant lequel le conférencier fait sa présentation. Durant cette phase, le public peut adresser au maître de conférences les questions qu'il souhaite voir poser au conférencier par son intermédiaire ;
4. les **questions des panelistes** suivent l'exposé et permettent aux panelistes d'interroger successivement le conférencier et d'écouter ses réponses ;
5. les **questions du public** sont le moment pour le maître de conférences de synthétiser les questions envoyées par le public et d'interroger le conférencier ;
6. la **conclusion** laisse le soin au maître de conférences de remercier le conférencier et de clôturer les débats.

L'étape suivante consiste à spécifier les scénarii associés à chaque rôle. En effet, il est peu probable que tous les participants de la conférence désirent un point de vue identique sur l'activité, chacun ayant un centre d'intérêt distinct bien qu'impliqué dans une activité commune. Ainsi le conférencier ne préférera voir que son document et le maître de conférences, alors que le public souhaitera voir le conférencier et son document simultanément. Nous devons donc décrire quatre scénarii correspondant aux points de vue (écrans) de chacun des rôles de l'activité. Dans la suite de cet exemple, nous ne présenterons que le scénario du public (cf. figure 5.8), qui est l'un des plus riches et variés.

#### **Dans l'acte « Attente »**

Il s'agit d'une phase où l'on attend que tous les participants principaux, c'est-à-dire le conférencier, le maître de conférences et les panelistes, soient connectés à la salle virtuelle. Dans cette phase, les participants se préparent à intervenir et ne sont donc pas encore visibles du public. Lorsque tous les Acteurs sont arrivés, le maître de conférences déclenche le passage à la phase suivante.

#### **Dans l'acte « Introduction »**

Pendant l'introduction, le public voit et entend le maître de conférences qui présente le conférencier. Le conférencier n'est représenté que par sa photo et son nom, ce qui lui permet de s'apprêter sans être ni vu ni entendu. Le public peut également lire le titre de l'exposé sur le document du conférencier et demander des informations supplémentaires sur les participants via leurs cartes de visites. Par contre, les panelistes ne sont pas rendus obligatoires afin de ne pas surcharger l'écran. L'outil de communication textuel (*chatter*) n'est pas encore présenté. À la fin de l'introduction, le maître de conférences signale à ODESCA le début de l'exposé.

#### **Dans l'acte « Exposé »**

Pendant l'exposé, le centre d'intérêt du public est porté principalement sur le conférencier et sur son document. Le maître de conférences et les panelistes sont disponibles sous formes de photographies. Le public peut activer le *chatter*, maintenant disponible, afin de rédiger et d'adresser ses questions au maître de conférences. À la fin du temps imparti, ODESCA signale le passage à la phase suivante.

#### **Dans l'acte « Questions des panelistes »**

L'exposé terminé, l'outil de communication textuel disparaît. Le maître de conférences et les panelistes apparaissent. Le conférencier et son document restent visibles. À la fin des questions-réponses, le maître de conférences déclenche le passage à la phase suivante.

Conférencier :	Attente	Introduction	Exposé	Questions des panelistes	Questions du public	Conclusion
Photo		50%	100%	100%	100%	50%
Vidéo			100%	100%	100%	
Audio			100%	100%	100%	100%
Nom		25%	25%	25%	25%	25%
Carte de visite		25%	25%	25%	25%	25%

Maître Conf. :	Attente	Introduction	Exposé	Questions des panelistes	Questions du public	Conclusion
Photo		100%	25%	50%	100%	100%
Vidéo		100%		50%	100%	100%
Audio		100%		100%	100%	100%
Nom		25%	25%	25%	25%	25%
Carte de visite		25%	25%	25%	25%	25%

Paneliste :	Attente	Introduction	Exposé	Questions des panelistes	Questions du public	Conclusion
Photo		25%	25%	50%	25%	25%
Vidéo				50%		
Audio				100%		
Nom		25%	25%	25%	25%	25%
Carte de visite		25%	25%	25%	25%	25%

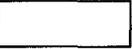
  

Accessoires :	Attente	Introduction	Exposé	Questions des panelistes	Questions du public	Conclusion
Document		100%	100%	100%	100%	
Chatter			50%			

  
 présence obligatoire

  
 présence autorisée

  
 présence interdite

% = DOI initial

FIG. 5.8 – Scénario de la conférence scientifique pour le rôle « public ».

### Dans l'acte « Questions du public »

Pour cette phase, les panelistes disparaissent. Ne restent à l'écran que le maître de conférences, le conférencier et son document. Lorsque les questions-réponses sont terminées, le maître de conférences passe à la conclusion.

### Dans l'acte « Conclusion »

Dans cette dernière phase, le conférencier et son document s'effacent pour laisser la place au maître de conférences qui remercie tous les participants et leur donne rendez-vous pour une autre conférence.

Au fur et à mesure du déroulement des actes, Scen|C émet vers le module de rendu multimédia les indications sur la présence et le degré d'intérêt des composantes de l'activité d'après le scénario. Toutes ces indications se traduisent par une évolution de la Scène présentée à l'utilisateur.

## 5.3 Réalisation technique

Dans cette section, nous présentons certains éléments de la réalisation technique de Scen|C. Partant de l'architecture physique, nous décrivons la plateforme technique et logicielle employée pour le prototype. Puis, nous présenterons les canaux de communications utilisés ainsi que les fonctions de traitement des messages reçus par Scen|C.

### 5.3.1 Architecture physique

La figure 5.9 présente l'architecture physique du prototype développé dans le cadre du projet Space. Cette architecture est composée d'une part d'un serveur d'activités (ODESCA) et, d'autre part, de stations clientes.

Comme indiqué en début de chapitre, le serveur d'activités est issu du projet européen Co-Learn. Il est constitué d'une station de travail fonctionnant sous UNIX qui est connectée aux clients par un réseau local de type Ethernet.

Ce serveur héberge une base de données orientée objet (Gemstone) pour archiver les grandes quantités d'informations propres à chaque tâche de l'organisation (activités, salles virtuelles, participants, rôles, ...) et gérer les accès concurrents. Le découpage de la tâche employé ici découle du modèle d'activité de groupe AMIGO (DANIELSEN, 1989) tout en l'enrichissant (HOOGSTOEL, 1995). Cette base de données est interfacée avec le langage SmallTalk pour son traitement.

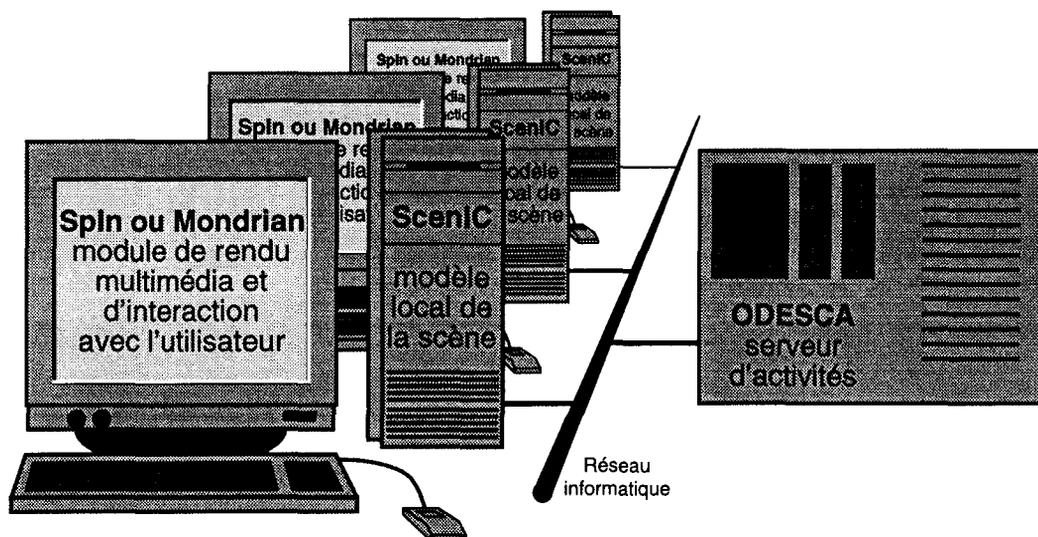


FIG. 5.9 – Architecture physique du prototype Space.

Chaque **client** correspond à un poste de travail d'un utilisateur du système. Le matériel est sensiblement le même que dans le cadre du projet Co-Learn : un compatible PC (Pentium™ 100 Mhz minimum) fonctionnant avec le système d'exploitation Microsoft *Windows™ NT 4.0* ou *Windows™ 95*. Les clients accèdent au serveur via le réseau local Ethernet.

L'environnement de développement choisi est le *Visual C++*, avec utilisation des *Microsoft Foundation Classes* (MFC pour faciliter l'écriture d'applications Windows). Par ailleurs, nous avons employé une approche orientée objet (GIBBS et TSICHRITZIS, 1994) pour encapsuler les différents médias associés aux Acteurs et aux Accessoires.

L'application ScenIC est lancée par l'Agent de Salle Virtuelle Local (ASVL, cf. figure 4.3 page 93), lors de l'entrée en session, et reste en communication avec lui pendant toute la durée de la séance de travail. En effet, ces deux modules s'échangent périodiquement des informations afin de suivre l'activité en cours.

Pour réaliser ce canal de communication bi-directionnel, nous avons conservé le mécanisme d'Échange Dynamique de Données (DDE), inclus dans *Windows™* et déjà employé dans Co-Learn, qui permet d'établir une « conversation » entre un serveur DDE et plusieurs clients DDE. Ici, le serveur DDE est situé dans ScenIC et il répond aux requêtes de l'unique client DDE ASVL. La gestion de ce lien de communication est totalement encapsulée par la classe *DdeSvr* développée au laboratoire dans le cadre du projet Co-Learn.

Cette communication permet l'échange de messages entre nos deux applicatifs selon une syntaxe déterminée. Chaque message est constitué par une chaîne de caractères comme suit :

```
ToolId[OpCode(Param_1,Param_2,Param_3,...,Param_N)]
```

où, `ToolId` indique l'identificateur de l'outil destinataire du message, `OpCode` désigne l'action à réaliser et `Param_1` à `Param_N` sont les  $N$  valeurs passées en paramètre. Par exemple, le message `![add(patrice,claudio)]` est émis par l'ASVL à destination de ScenIC (`ToolId= != 32+1`) pour indiquer l'entrée en session de deux nouveaux participants nommés `patrice` et `claudio`.

Nous détaillons ci-après la fonction employée dans ScenIC pour recevoir et traiter les messages émis par l'ASVL. Une autre fonction, très similaire, est chargée du traitement des messages envoyés par Mondrian à destination du ScenIC local ou de ses autres instances.

### 5.3.2 Traitement des messages reçus de l'ASVL

La fonction de traitement des messages (`Exec()`) est appelée, par la boucle de gestion d'évènements, à la réception de chaque message émis par l'ASVL. Selon la valeur du `ToolId` [lignes 3, 38 et 63], située en tête, le message est traité par ScenIC ou transmis à Mondrian. Chaque message est alors analysé (grâce à un petit analyseur syntaxique de commandes DDE développé au laboratoire, la classe `DDECmd`) pour extraire l'opcode et les paramètres.

Si le message est destiné à l'ASVL (`ToolId=32+0`) [3–36], il s'agit d'informations pour l'initialisation du système qui ont été retransmises vers ScenIC afin de connaître l'identité de l'utilisateur local [11–13] et la liste des Accessoires présents dans la salle virtuelle [14–32]. Pour chaque Accessoire, ScenIC ajoute son identification à sa base de connaissance [29] et envoie un message à Mondrian pour demander son lancement [31].

Si le message est destiné à ScenIC (`ToolId=ScenIC_Id`) [38–61], il s'agit d'informations spécifiques sur l'espace d'activité comme la liste des Acteurs attendus [46–49], la liste des Acteurs présents [50–53], la liste des Acteurs sortants [54–57], ... Tous ces messages envoyés par ODESCA ou d'autres ScenIC contribuent à la mise-à-jour de la représentation conceptuelle abstraite de la scène.

Enfin, si le message n'est pas destiné à ScenIC [63–66], il est envoyé à Mondrian pour être dispatché vers l'outil destinataire.

#### Extrait du source en Visual C++ associé

```

1  BOOL CScenICDoc::Exec(char *cmd) {
    BOOL no_problemo=TRUE;
    if (*cmd==32){ // Messages pour ASVL retransmis pour ScenIC
        int c;
5   char * param;
        static char *CmdList[]={ "user", "run" };
        static DDECmd cmds(CmdList,2);

```

```

cmds.SetCmdString(cmd);
while (c=cmds.NextCmd())
10   switch (c) {
      case 1 : //user : nom de l'acteur local
          no_problemo&=OnUser(cmds.NextParam());
          break;
      case 2 : //run : liste des accessoires a lancer
15         param=cmds.NextParam();
          if (strcmp(param,"scenic")==0) {
              param=cmds.NextParam();
              param=cmds.NextParam();
              ScenIC_Id=atoi(param)+32;
20         } else if (strcmp(param,"mondrian")==0) {
              param=cmds.NextParam();
              param=cmds.NextParam();
              Mondrian_Id=atoi(param)+32;
          } else {
25             char s[80];
              strcpy(s,param);
              param=cmds.NextParam();
              param=cmds.NextParam();
              Artefacts_List->AddTail(new Artefacts(atoi(param),s,""));
30         }
          no_problemo&=OnRun(cmd);
          break;
      default : //ERREUR : message non compris
          no_problemo=FALSE;
35   }
}

else if (*cmd==ScenIC_Id){ // Messages pour ScenIC
40   int c;
      char * param;
      static char *CmdList[]={"list","add","remove", ...};
      static DDECmd cmds(CmdList,3);
      cmds.SetCmdString(cmd);
      while (c=cmds.NextCmd())
45         switch (c) {
              case 1 : //list : liste des acteurs attendus
                  while (strlen(param=cmds.NextParam()))
                      no_problemo&=OnList(param);
                  break;
50             case 2 : //add : liste des acteurs entrants
                  while (strlen(param=cmds.NextParam()))
                      no_problemo&=OnAdd(param);
                  break;
              case 3 : //remove : liste des acteurs sortants
55                 while (strlen(param=cmds.NextParam()))
                     no_problemo&=OnRemove(param);
                     break;
              ...
              default : //ERREUR : message non compris
60                 no_problemo=FALSE;
            }
}

```

```
        } else { // Messages pour Mondrian ou les outils
            if (!this->Executer(cmd))
65         AfxMessageBox("DDE Error while 'Executer'.");
        }

    return no_problemo;
}
```

## 5.4 Conclusion

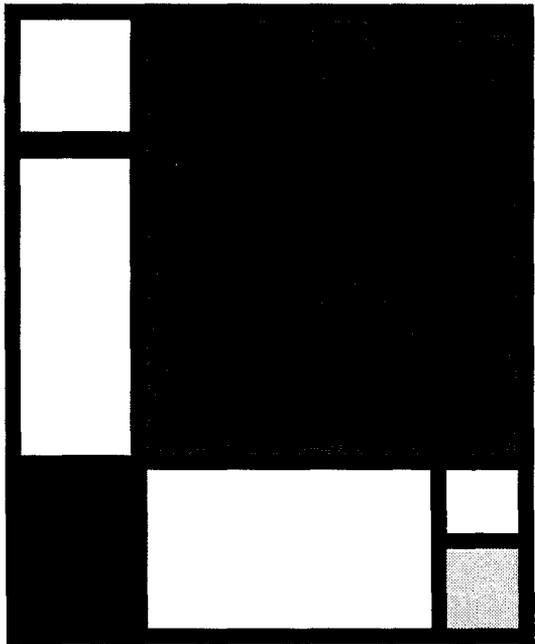
Dans ce chapitre, nous avons présenté ScenIC, un agent chargé de superviser la composition de la présentation visuelle et sonore de l'interface d'un espace d'activité partagé. Pour résumer ses attributions, cet agent contient un inventaire local des objets multimédia à présenter, ainsi que leurs propriétés. Avec ces éléments, il compose une représentation abstraite de la scène audiovisuelle à présenter, en tenant compte de contraintes spatiales et temporelles sur les flux de données ou relatives à l'activité. Il gère, également, la cohérence de cette description locale avec les autres sites connectés. Enfin, il pilote le module de rendu multimédia pour proposer, à l'utilisateur, un point de vue sur l'espace virtuel de travail adapté à son rôle dans l'activité.

Nous verrons, dans le chapitre suivant, comment ces indications sont transmises vers le module de rendu multimédia et exploitées pour composer un Environnement Virtuel Collaboratif en 2-D (avec Mondrian) ou en 3-D (avec Spln).



## Chapitre 6

# Spln et Mondrian, deux exemples d'interfaces pilotées par ScenIC



Piet MONDRIAN  
Composition in Red, Yellow and Blue

## Sommaire

---

<b>6.1 Spln</b>	<b>122</b>
<b>6.2 Mondrian</b>	<b>124</b>
6.2.1 Les deux principaux problèmes des interfaces multi-fenêtres pour le TCAO	125
6.2.2 Les solutions apportées par Mondrian	126
6.2.3 Une Miniature pour surveiller l'espace d'activité	131
<b>6.3 Comparatif avec Elastic Windows</b>	<b>135</b>
6.3.1 Présentation d'Elastic Windows	135
6.3.2 Comparatif Elastic Windows vs. Mondrian	136
<b>6.4 Étude de cas (suite) : la conférence scientifique</b>	<b>138</b>
6.4.1 L'aspect du bureau selon le rôle joué dans l'activité	138
6.4.2 L'aspect du bureau selon l'acte courant de l'activité	139
<b>6.5 Réalisation technique</b>	<b>140</b>
6.5.1 Capturer la liste des fenêtres au lancement	141
6.5.2 Suivre l'évolution du bureau	142
6.5.3 Placer les fenêtres en mosaïque horizontale	146
6.5.4 Calculer la surface affectée à chaque DOI	148
<b>6.6 Conclusion</b>	<b>150</b>

---

L'OBJECTIF DE CE CHAPITRE est de présenter deux exemples de modules de rendu pilotés par ScenIC. Ces deux modules ont été spécialement développés pour traduire les concepts présentés dans le chapitre précédent et élaborer une représentation visuelle de la Scène. Chacun d'eux possède, néanmoins, son propre style de présentation.

Le premier s'appelle *Spln* et utilise des techniques de synthèse d'images 3-D temps-réel pour tenter de créer l'illusion d'un lieu de travail partagé par tous les membres participant à l'activité.

Le second, *Mondrian*, utilise et étend le « bureau » de Windows™ pour constituer un espace de travail consistant avec l'activité collaborative, par le biais d'un agencement spatial des fenêtres.

Les fonctionnalités et les spécificités de chacun des deux modules seront décrites ici. Cependant, l'accent sera plutôt mis sur *Mondrian* que nous avons plus spécialement développé pour éprouver les différents services remplis par ScenIC. Le module 3-D *Spln*, posant à lui seul un grand nombre de problèmes, fait l'objet d'une autre thèse (SAUGIS, 1998).

À la suite de ces descriptions des deux modules de rendu, nous comparerons *Mondrian* à un projet américain de gestion de fenêtres : « Elastic Windows » (KANDOGAN et SHNEIDERMAN, 1996).

Nous illustrerons, ensuite, l'étude de cas menée dans le chapitre 5 pour voir les évolutions du bureau supervisé par *Mondrian* à partir de Scénarii implantés dans ScenIC.

Enfin, nous détaillerons certains aspects techniques de la réalisation du module de rendu *Mondrian*.

## 6.1 Spln : une proposition d'interface 3-D

**Spln (Space Interface)** est un prototype d'interface graphique pour le TCAO, développé conjointement avec l'équipe Graphix du Laboratoire d'Informatique Fondamentale de Lille<sup>1</sup> (LIFL), qui utilise des techniques de Réalité Virtuelle. Spln matérialise un espace de travail virtuel dans le but d'accroître la sensation de co-présence et de favoriser le *seamlessness* (HARRISON et al., 1995). Dans cette section nous présentons un rapide aperçu des spécificités et des fonctionnalités offertes par Spln. Une description complète et détaillée de Spln est proposée dans (CARLIER et al., 1997a; CARLIER et al., 1997b; SAUGIS, 1998; SAUGIS et al., 1998).

Avec Spln nous voulons offrir un véritable contexte de travail à l'utilisateur. Pour cela, nous avons imaginé la **métaphore de la table de réunion** qui intègre au sein d'une même scène graphique la totalité des éléments prenant part à l'activité (participants, documents et outils) (*cf.* figure 6.1). Cette grande quantité d'éléments à représenter a motivé le passage à la troisième dimension qui offre l'avantage d'augmenter la densité d'informations sur l'écran (CARD et HENDERSON, 1986). La 3-D permet, en outre, d'atteindre plus de réalisme dans la scène visuelle et de renforcer la sensation de co-présence.

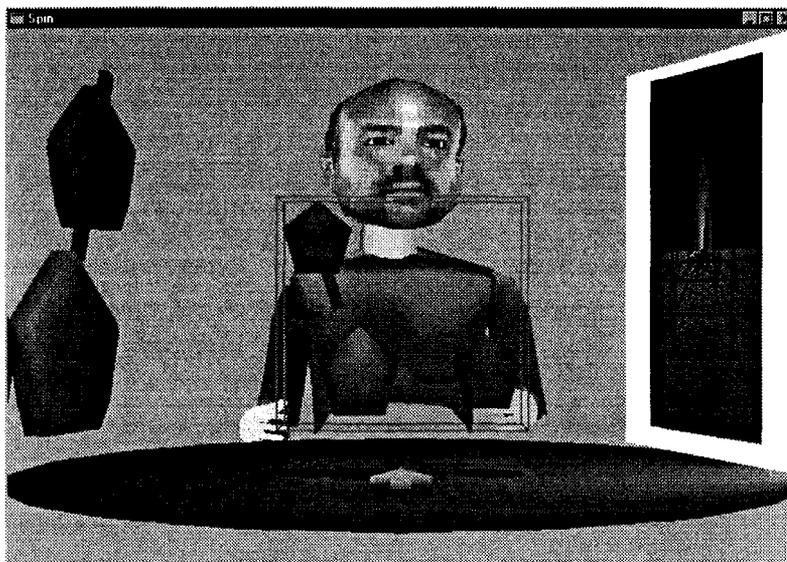


FIG. 6.1 – *Spln* : une proposition d'interface 3-D pour le TCAO, intégrant participants, documents et outils au sein d'une même scène visuelle et sonore.

Face à Spln, l'utilisateur perçoit l'espace d'activité partagé d'une façon analogue à la vie réelle. C'est-à-dire qu'il n'est pas représenté à l'écran, il est littéralement plongé dans la scène. Ce procédé, dit de « caméra subjective », est une technique cinématographique souvent employée par les réalisateurs de

1. <http://www.lifl.fr>

films, ou les concepteurs de jeux vidéo, pour impliquer le spectateur, ou le joueur, et le placer au cœur de l'action.

Par ailleurs, la vue offerte sur l'activité peut varier d'un participant à l'autre selon le rôle joué et la phase de l'activité ou les habitudes de travail. Ceci découle directement de l'utilisation de ScenIC qui adapte la scène visuelle et sonore pour chaque usager du système, afin de lui offrir, à tout instant, le point de vue le plus approprié sur l'espace virtuel collaboratif.

Nous avons volontairement limité les déplacements des utilisateurs dans la scène afin de simplifier leur interaction avec elle et les aider à se concentrer sur la tâche à accomplir. En conséquence, chaque usager du système est placé autour de la table sans pouvoir s'en éloigner. Il dispose seulement de deux degrés de liberté pour changer son centre d'intérêt sur la scène présentée. Le premier, une rotation, permet de faire défiler les différents objets placés autour de la table et de placer au centre celui qui l'intéresse. Alors que le second, une translation, lui permet de grossir cet élément central.

Un des enjeux majeurs de cette interface est le « **tout perceptible** ». Il nous paraît, en effet, important dans une situation de travail coopératif médiatisée que chacun puisse percevoir à tout instant l'intégralité de l'espace d'activité partagé. Il est donc nécessaire que tous les éléments présentés soient toujours visibles et qu'ils ne se masquent pas mutuellement. Pour cela, nous les plaçons autour de la table, dans un **bandeau**, de façon à ce qu'ils restent tous dans le champ de vision de l'utilisateur. De plus, lorsque l'utilisateur fait tourner le bandeau, les objets qui disparaissent d'un côté, réapparaissent immédiatement de l'autre côté. De cette façon, l'utilisateur conserve sous les yeux la totalité des éléments présentés et perçoit immédiatement toutes les modifications qui se produisent.

En plus des documents et des outils pour les manipuler, notre espace virtuel collaboratif est habité par des **clones**. Ces personnages en images de synthèses incarnent chacun des participants de l'activité. Bien que moins fidèles qu'une image vidéo, ils offrent le double avantage d'être plus économes en ressources (bande passante, temps CPU, ...) et mieux intégrables dans notre interface. Les clones sont, en effet, de vrais objets graphiques qui peuvent se mouvoir et agir dans l'environnement 3-D. Par exemple, grâce aux travaux de l'Institut National de l'Audiovisuel (INA) sur la *télévirtualité*<sup>2</sup> qui seront intégrés dans Spln, il sera possible d'animer, à partir de l'analyse d'une source vidéo, le visage d'un clone pour lui faire adopter les expressions correspondantes (VIAUD et al., 1996).

La vue sur la scène est de type *fisheye*. Cela signifie que, bien que tous les objets soient toujours entièrement visibles, celui qui occupe le centre de l'écran

---

2. <http://www.ina.fr/INA/Recherche/TV/TV.fr.html>

dispose de plus de place que ses voisins. Cette déformation de l'espace incite l'utilisateur à y placer le document principal, celui sur lequel il travaille.

Par ce biais, nous pouvons identifier son **focus**, c'est-à-dire son centre d'intérêt immédiat, et diffuser cette information vers les autres usagers. Ce message est traduit sous forme d'une animation du clone associé dans les autres scènes pour qu'il tourne les yeux et la tête vers l'objet correspondant. Nous sommes, ainsi, capables de restituer le contact visuel si important en présenciel. Chaque clone est également doté d'un **télépointeur** qui permet à son propriétaire de montrer l'élément qu'il désigne aux autres membres du groupe.

Même si *Spln* semble plein de promesses, il présente, encore aujourd'hui, deux faiblesses majeures : la puissance de calcul nécessaire à sa mise-en-œuvre, qui implique l'utilisation d'une configuration matérielle musclée, mais surtout l'impossibilité de réutiliser des collecticiels existants ou des outils de production classiques (éditeurs de textes, browser HTML, ...). Pour ces deux raisons et dans le but d'évaluer les concepts introduits par *Scen|C*, nous avons alors envisagé de réaliser un module de rendu plus traditionnel, intitulé *Mondrian*, qui étend la métaphore du bureau afin de pallier certains défauts des environnements fenêtrés.

## 6.2 Mondrian : un exercice de style dans un environnement multi-fenêtres

**Mondrian**<sup>3</sup> est un autre prototype d'interface pour le TCAO développé au sein de notre laboratoire. À la différence de *Spln*, *Mondrian* n'explore pas les potentialités offertes par la 3-D, mais tente d'appliquer les notions introduites par *Scen|C* dans l'environnement usuel de Microsoft Windows™.

De par sa nature, une interface fenêtrée offre moins de liberté dans la composition d'une Scène visuelle commune. *Mondrian* ne cherche donc pas à égaler le « réalisme » de *Spln*, mais plutôt à offrir un référentiel commun capable d'assister les participants dans leur travail en groupe via l'ordinateur. Pour cela, il a fallu étudier les carences de ce type d'interface pour le TCAO, puis chercher les moyens d'adapter les concepts de *Scen|C* pour les appliquer au bureau de Windows™.

---

3. Piet MONDRIAN (1872–1944) était un peintre abstrait hollandais. À la fin de sa carrière, il a réalisé des tableaux comportant uniquement des lignes noires verticales et horizontales délimitant des zones uniformément remplies de blanc, de rouge, de bleu ou de jaune, pour exprimer sa conception de l'harmonie ultime et de l'équilibre.

## 6.2.1 Les deux principaux problèmes des interfaces multi-fenêtres pour le TCAO

### Un trop grand nombre de fenêtres

Les interfaces homme-machine actuelles sont, en majorité, basées sur la *métaphore du bureau* inventée par XEROX. Cette métaphore découle directement de la suprématie du document, unique centre d'intérêt d'un utilisateur dans le travail individuel. Or, pour les activités de groupe, les documents ne constituent plus qu'un des nombreux éléments de l'espace d'activité partagé. La présentation des différents participants et la disponibilité d'outils de communication ou de coordination sont également nécessaires pour faciliter la collaboration assistée par ordinateur. L'écran est alors couvert d'une myriade de fenêtres et d'icônes, sans liens apparents entre eux, qui peuvent à terme désorienter l'utilisateur. C'est le phénomène de *Windowitis* observé par KAHN et CHARNOCK (1995).

Par ailleurs, si le multi-fenêtrage aide les utilisateurs à mieux superviser l'espace d'activité partagé, l'accroissement du nombre de fenêtres amène les participants à devoir visualiser plus d'informations pour mieux apprécier le contexte de travail. Ils doivent donc consacrer une plus grande part de leur temps à ouvrir, fermer, déplacer ou redimensionner individuellement chaque fenêtre afin d'adapter leur espace de travail à chaque nouvelle sous-tâche. Le temps ainsi passé, à réorganiser le bureau, entraîne des ruptures dans l'activité qui peuvent égarer l'utilisateur et l'empêcher d'atteindre son but (SHNEIDERMAN, 1992, chapitre 9).

### Un fâcheux masquage d'informations

Pour permettre l'utilisation de ces interfaces graphiques multi-fenêtrées avec des écrans de faible résolution (VGA : 640 × 480, par exemple), les seuls disponibles dans les années 80, et conserver des tailles de fenêtre exploitables, ces systèmes autorisent leur chevauchement. En contrepartie, ce chevauchement implique malheureusement le masquage de tout ou partie des données qu'elles contiennent. Si cette disparition d'information n'est pas trop pénalisante lors d'une utilisation individuelle où l'utilisateur est seul à agir sur les documents, il n'en est pas de même en session de travail collaboratif. En occultant partiellement l'espace de travail commun, un participant peut, par exemple, ignorer certaines actions des autres membres du groupe et, ainsi, mal identifier la situation courante ou l'état d'avancement de la tâche.

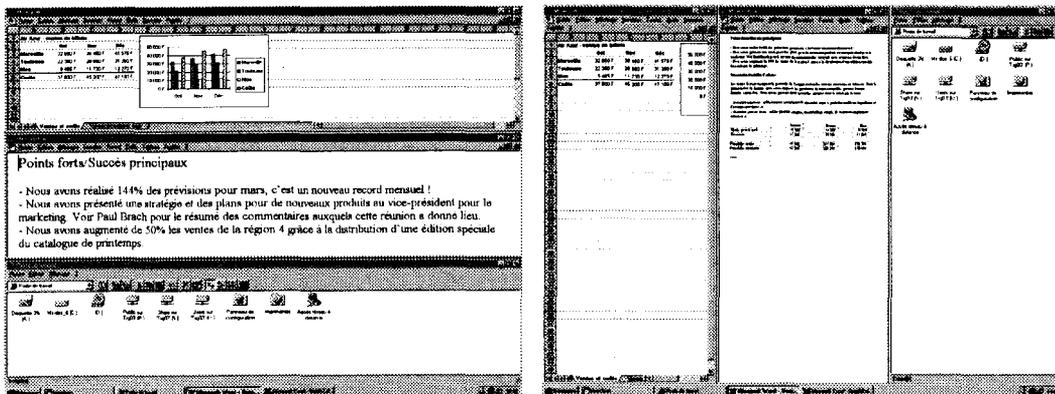
## 6.2.2 Les solutions apportées par Mondrian

### Une mosaïque de fenêtres

Par l'observation répétée d'écrans lors de séances de TCAO, nous nous sommes rendus compte que beaucoup d'utilisateurs choisissent d'ordonner les fenêtres sur leur bureau de façon à ce qu'elles ne se recouvrent pas. Nous avons alors décidé d'automatiser ce placement afin de soulager l'utilisateur de cette tâche.

Pour cela, nous avons opté pour la disposition en mosaïque, déjà éprouvée dans *Cedar* (TEITELMAN, 1984), dans *RTL/CTRL* (COHEN et al., 1986; COHEN et al., 1988), dans *Elastic Windows* (KANDOGAN et SHNEIDERMAN, 1996) et, dans une moindre mesure, dans *Microsoft Windows™* (MICROSOFT CORP., 1995). Cet agencement spatial des fenêtres offre, en outre, l'avantage d'optimiser l'occupation de l'espace du bureau. Par ailleurs, la disponibilité actuelle d'écrans haute résolution (1280 × 1024 et plus), soit approximativement quatre fois celle du VGA, permet enfin d'exploiter un tel arrangement de fenêtres sans devoir réduire leur taille à celle d'une vignette.

Deux orientations, l'une horizontale et l'autre verticale, sont proposées à l'utilisateur de *Mondrian* pour juxtaposer les fenêtres. La première empile verticalement les fenêtres, alors que la seconde les place côte à côte (cf. figure 6.2). Cette orientation est laissée au libre choix de l'utilisateur, car celle-ci dépend principalement de la nature du document et de la quantité d'information désirée.

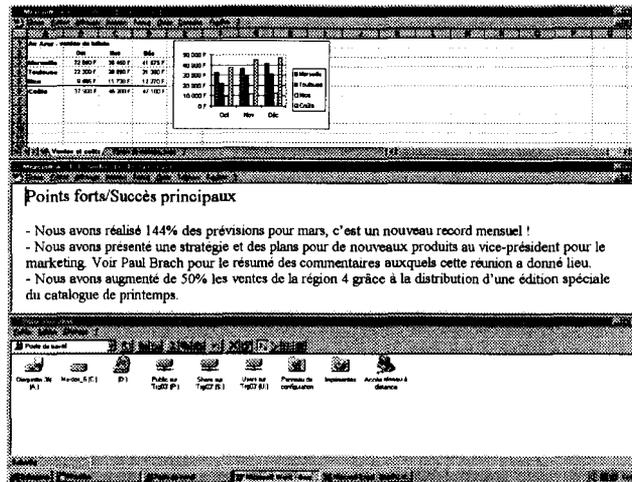


a – Mosaïque horizontale.

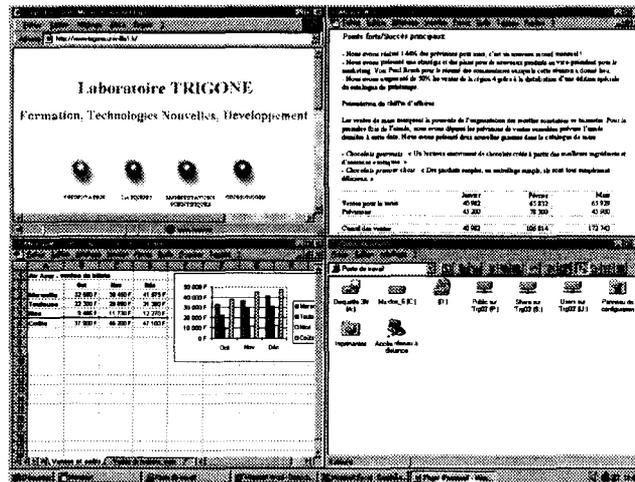
b – Mosaïque verticale.

FIG. 6.2 – Deux orientations pour composer une mosaïque avec trois fenêtres.

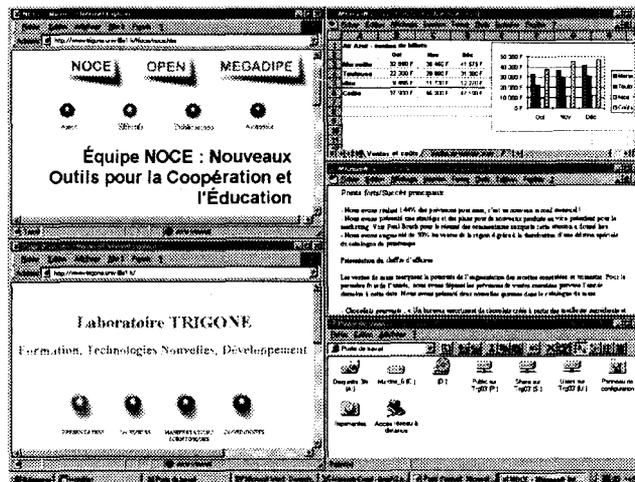
Enfin, cet agencement des fenêtres en mosaïque est automatisé et permanent. En effet, *Mondrian* scrute continuellement le bureau pour détecter toute ouverture ou fermeture de fenêtres afin d'ajuster en conséquence la mosaïque (cf. figure 6.3). En outre, tout déplacement ou redimensionnement des fenêtres est prohibé et se solde par un retour à l'état stable précédent. Un mode « libre » est toutefois disponible et restitue aux utilisateurs de *Mondrian* une totale liberté d'action sur leurs fenêtres.



a – Avec 3 fenêtres.



b – Avec 4 fenêtres.



c – Avec 5 fenêtres.

FIG. 6.3 – L'ajustement automatique d'une mosaïque horizontale avec l'ouverture de nouvelles fenêtres (la nouvelle fenêtre apparaît toujours en haut à gauche).

## Une hiérarchisation du bureau

Avec la disposition en mosaïque tout l'espace du bureau est utilisé, mais en réalité sa surface est partagée équitablement entre toutes les fenêtres ouvertes. L'utilisateur se retrouve alors face à un patchwork de fenêtres de formats similaires recouvrant le bureau. Or, le fait que toutes les fenêtres aient la même dimension est peu pratique. Il faudrait pouvoir classer les applications selon leur importance et leur attribuer plus ou moins d'espace selon leur classement.

Nous avons donc voulu aller plus loin que la simple disposition en mosaïque et offrir un moyen de structurer, de hiérarchiser, cet espace de travail. Pour cela, nous utilisons la notion de **degré d'intérêt (DOI, cf. chapitre 5, page 104)** pour quantifier l'importance d'un document ou d'une application à l'écran. Trois valeurs de DOI sont utilisées dans le prototype actuel : 0% pour une fenêtre icônisée, 50% pour une fenêtre ordinaire et 100% pour une fenêtre maximisée. Au lancement, chaque application non-coopérative reçoit par défaut un DOI égal à 50% (qui correspond au DOI moyen), alors qu'il est fourni par ScenIC pour les applications coopératives. Ces trois valeurs sont généralement suffisantes dans le cadre d'une interface fenêtrée, toutefois Mondrian peut être facilement étendu pour accepter, si besoin est, d'autres valeurs intermédiaires.

L'utilisateur peut ensuite augmenter, ou réduire, cette valeur en agissant directement sur l'interface. Pour faire basculer la valeur du DOI d'une fenêtre de 50% à 100%, et vice versa, il suffit de cliquer sur le bouton **Agrandir** situé traditionnellement dans le coin supérieur droit de chaque fenêtre à côté de la case de **fermeture**. Pour faire passer le DOI d'une fenêtre à 0%, c'est-à-dire pour l'icôniser, il suffit de cliquer sur le bouton **Réduire**. Ces choix ont été réalisés dans le but de ne pas trop déconcerter les usagers habituels de Windows™.

Les DOI sont employés pour partager le bureau en plusieurs *zones* contenant les fenêtres correspondantes. Dans une mosaïque horizontale, le partage est vertical ; alors que dans une mosaïque verticale, il est horizontal. Dans les deux cas, les zones sont affichées dans l'ordre décroissant des DOI.

Les fenêtres les plus « intéressantes » sont donc toujours situées dans le coin supérieur gauche de l'écran. Cette stratégie de placement découle des études expérimentales de STREVELER et WASSERMAN (1994) sur l'importance respective des quatre quadrants de l'écran, ainsi que sur les travaux de BANKS et al. (1983) sur le balayage en « Z » de l'écran (cf. figure 6.4).

La surface affectée à chaque zone est calculée en fonction du nombre de fenêtres à y placer et d'un *facteur multiplicateur* associé au DOI. Ce facteur n'est pas figé dans le système, l'utilisateur peut modifier sa valeur pour faire évoluer le rapport de surface entre les différentes zones (cf. figure 6.5 page 130).

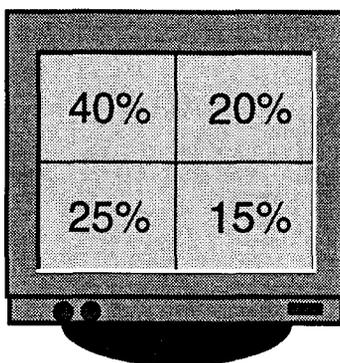


FIG. 6.4 – Importance observée des quatre quadrants de l'écran.

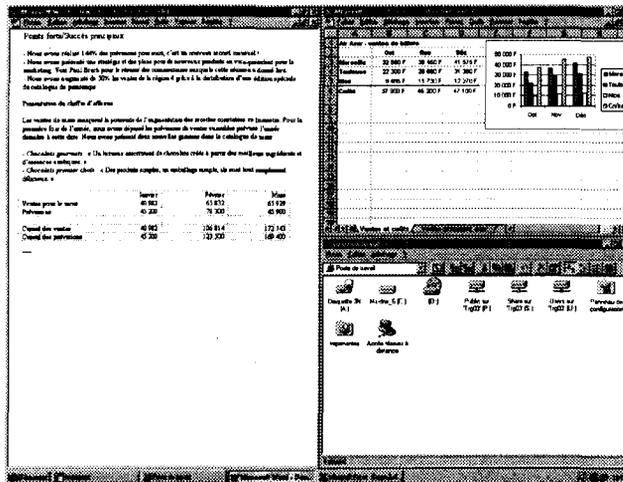
### Un bureau plus dynamique

Lors de nos observations des habitudes de travail sur ordinateur, nous avons également remarqué que la plupart des usagers icônisent, ou ferment, systématiquement les fenêtres des applications qu'ils n'utilisent pas, ou plus, afin de ne pas surcharger le bureau. ScenIC, ayant une certaine connaissance sur l'activité qui se déroule (*cf.* les Time-Lines page 105), peut assister l'utilisateur dans cette tâche annexe.

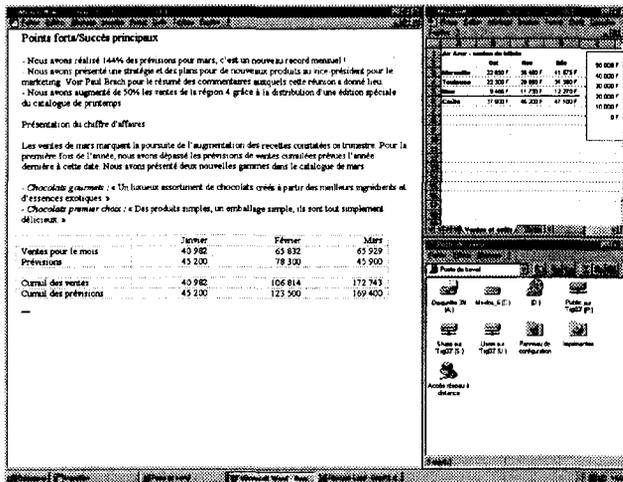
Mondrian a spécialement été conçu pour travailler conjointement avec ScenIC afin de faciliter l'utilisation et l'intégration de collecticiels. Mondrian dispose, donc, de services de groupe spécifiques. Par exemple, au début de chaque session, Mondrian se charge d'ouvrir les différentes applications collaboratives, ou documents partagés, nécessaires à l'activité d'après les informations communiquées par ScenIC. En cours de session, ScenIC va ponctuellement informer Mondrian des changements de DOI en fonction du rôle joué par l'utilisateur local, du Scénario et de l'acte courant de l'activité. Mondrian propose alors à l'utilisateur de reconfigurer son bureau, pour qu'il corresponde au nouveau contexte de travail.

La difficulté réside ici dans la manière de passer d'une configuration d'écran à une autre. En effet, CARD et al. (1984) ont montré que l'écran d'ordinateur n'est pas seulement utilisé comme moyen de communication entre l'Homme et la machine, mais également comme support mémoriel extrinsèque. En 1983, MALONE avait déjà montré comment la manière dont les gens disposent les papiers sur leur bureau pouvait les aider à structurer leur travail et à leur rappeler les tâches inachevées.

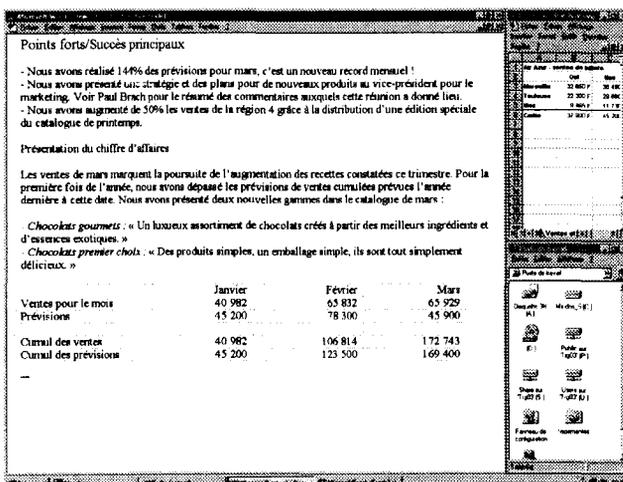
En reconfigurant de façon automatique le bureau, l'utilisateur risque d'être perturbé par l'ouverture, la fermeture ou le déplacement intempestif des fenêtres, c'est ce que l'on nomme l'*effet disruptif*. Cependant, Mondrian ne modifie l'apparence du bureau que lors de transitions importantes, lors de ruptures dans le déroulement de l'activité. Les actes identifiés dans l'activité collaborative correspondent, en effet, à des étapes majeures (*cf.* chapitre 5, page 104).



a – Avec un facteur multiplicateur égal à 2.



b – Avec un facteur multiplicateur égal à 4.



c – Avec un facteur multiplicateur égal à 8.

FIG. 6.5 – Évolution des partitions du bureau en fonction de la variation du facteur multiplicateur dans une disposition en mosaïque horizontale avec une fenêtre de DOI=100% (à gauche) et deux fenêtres de DOI=50% (à droite).

Les reconfigurations sont donc peu fréquentes et surviennent toujours pendant les temps morts, charnières entre deux cours d'actions.

Par ailleurs, Mondrian n'impose pas immédiatement le nouvel arrangement du bureau. Il informe l'utilisateur qu'une nouvelle étape vient d'être franchie dans l'activité et que, s'il le souhaite, le bureau peut être reconfiguré pour correspondre au nouveau contexte de travail. L'utilisateur peut, donc, refuser cette aide ou la différer à un moment plus propice.

Pour limiter encore davantage l'effet disruptif, nous envisageons l'utilisation de techniques d'animation pour fluidifier les transitions entre deux actes à l'écran. En faisant glisser progressivement les fenêtres vers leur position finale, nous permettrons à l'utilisateur de mieux suivre l'évolution du bureau et pensons, ainsi, faciliter sa compréhension et sa mémorisation de la nouvelle configuration du bureau.

Les solutions, proposées par Mondrian, aux problèmes des environnements multi-fenêtres sont validées par une série d'expériences menées par le laboratoire d'interaction homme-machine de la NASA (HOLDEN et O'NEAL, 1992). En effet, les conclusions de cette étude préconisent l'usage de mosaïques dans les cas où l'utilisateur doit superviser plusieurs ( $> 3$ ) sous-tâches complexes et recommandent qu'un placement optimal des fenêtres lui soit proposé.

### 6.2.3 Une Miniature pour surveiller l'espace d'activité

Deux types de fenêtres cohabitent sur le bureau : les premières, que nous qualifierons de *privées*, correspondent à des applications ouvertes à la demande de l'utilisateur ; les secondes, intitulées *publiques*, sont lancées par Mondrian. Ces deux sous-espaces ne s'excluent pas et l'usager du système doit être en mesure de distinguer rapidement les éléments publics, des privés.

Pour cela, nous introduisons un indicateur graphique, la *Miniature*, qui offre une vue réduite du bureau à l'échelle 1/5<sup>e</sup>. Dans cette vue, les fenêtres sont schématisées par des rectangles hachurés de couleurs différentes selon qu'elles appartiennent à l'espace privé (en bleu) ou à l'espace public (en rouge, pour attirer l'attention sur les fenêtres partagées) (*cf.* figure 6.6). Le nom de l'application est également indiqué dans chaque rectangle afin de faciliter son identification. Enfin, la teinte de la fenêtre active est plus vive que celle des autres.

La Miniature se présente comme une fenêtre qui surplombe le bureau. Par ce choix, nous avons voulu distinguer les fenêtres des outils de l'activité (éditeurs coopératifs, visioconférence, ...) de la Miniature. Les premiers sont utilisés pour consulter, ou modifier, des objets de l'espace d'activité partagé, alors que le second sert à organiser son bureau. Leur type d'utilisation dans l'activité diffère. La Miniature se comporte comme un méta-outil vis-à-vis de l'espace d'activité partagé, en proposant plusieurs fonctions de contrôle et d'information. Sa

présence en dehors de la mosaïque marque donc cette différence sémantique.

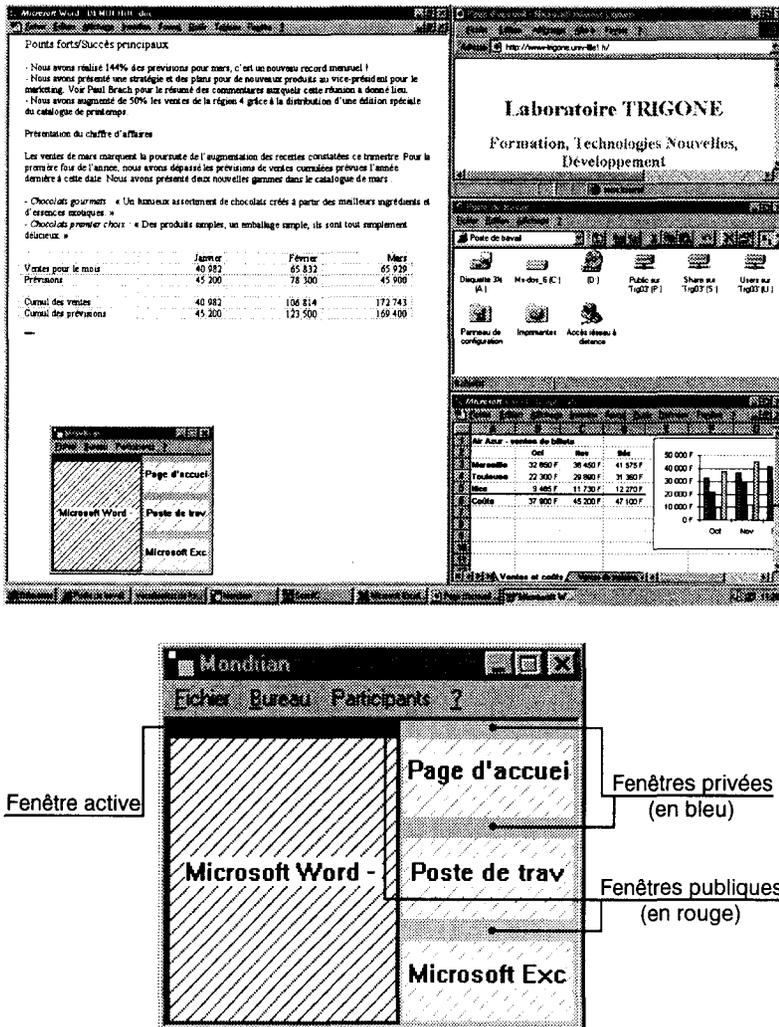


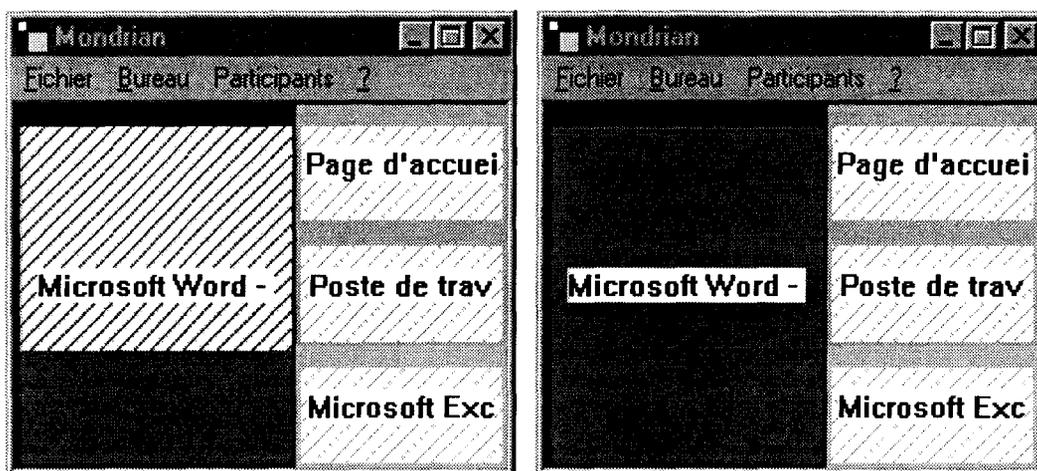
FIG. 6.6 – Le bureau et sa vue réduite, la Miniature.

### Une indication sur le focus du groupe

En outre, la Miniature informe graphiquement chaque participant du *focus du reste du groupe*. En effet, Mondrian suit l'activation des fenêtres par l'utilisateur du système et transmet cette information à ScenIC. La donnée est alors stockée par ScenIC, mais également diffusée vers les autres instances connectées au même espace de travail partagé (même Scène). Cette indication sur le focus probable de chaque utilisateur est ensuite communiquée à Mondrian pour être visualisée dans la Miniature. Un taux de remplissage du rectangle rouge est calculé pour chaque fenêtre publique qui traduit le pourcentage de participants présents l'ayant activée.

Grâce à cette indication graphique, chaque usager du système est capable d'identifier, d'un simple coup d'œil, le ou les centres d'intérêts du reste du

groupe. Par exemple, un ensemble de rectangles rouges peu remplis signale que les membres du groupe sont dispersés, c'est-à-dire qu'ils consultent, ou éditent, des documents distincts; alors qu'un unique rectangle rouge plein indique que tous les participants sont focalisés sur une même application (*cf.* figure 6.7).



a – Une autre personne utilise Word  
(1/3 des participants).

b – Tout le groupe utilise Word  
(3/3 des participants).

FIG. 6.7 – La Miniature informe graphiquement du focus de groupe.

Savoir que d'autres participants travaillent sur une même application que soi peut être utile, mais insuffisant dans bien des cas. Nous avons donc ajouté la possibilité de connaître l'identité des personnes ayant activé une fenêtre publique particulière. Pour cela, il suffit de cliquer avec le bouton droit de la souris sur un des rectangles rouges de la Miniature pour faire apparaître la liste des participants ayant activé la fenêtre publique correspondante.

Une liste des participants présents dans la pièce est également disponible afin de connaître l'identité de toutes les personnes connectées, y compris celles dont le focus ne porte pas sur une fenêtre publique.

### Un moyen d'entrer en communication avec les autres

Dans ces listes de participants, il est possible d'en sélectionner un pour faire apparaître un sous-menu présentant les différents moyens d'entrer en relation avec lui (*cf.* figure 6.8). Ce menu permet, en fait, d'activer des outils de communication textuels et vocaux habituels (courrier électronique ou audio-conférence) à la manière d'ICQ<sup>4</sup>. Seuls les messages textuels sont gérés direc-

4. ICQ (prononcer « *I seek you* ») est un outil commercialisé par la société Mirabillis (<http://www.mirabillis.com>). Via une connexion Internet, il offre la possibilité d'avoir en permanence à l'écran une liste de contacts et de savoir pour chacun d'eux s'il est actuellement absent ou présent, occupé ou disponible. Il regroupe également les différents moyens de communication (chatter, e-mail, audio-conférence, transfert de fichier, ...) disponibles sur la station de travail.

tement par Mondrian, ils correspondent à l'émission d'un texte court (< 200 caractères) qui apparaît, chez le destinataire, dans une fenêtre d'alerte.

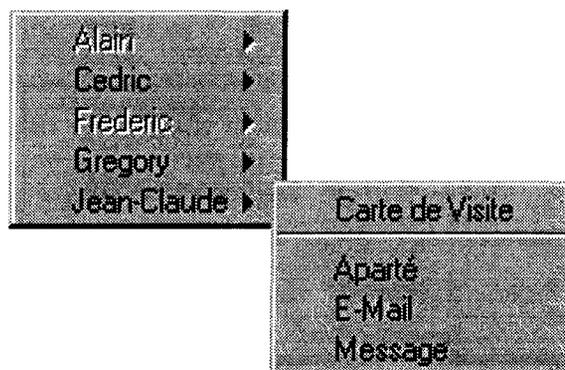


FIG. 6.8 – La liste des participants présents et le pop-up menu pour activer les fonctions de communication.

Ce menu offre également la possibilité de visualiser la carte de visite de l'utilisateur sélectionné pour obtenir des informations supplémentaires sur sa localisation ou son numéro de téléphone par exemple.

### Travaux connexes

La Miniature peut être rapprochée des travaux de GUTWIN et GREENBERG (1996) sur les *Awareness Widgets*. Ces indicateurs graphiques présentent certaines informations sur l'activité du groupe afin d'assister la coordination (cf. tableau 1.2 page 27).

Le « radar », par exemple, a inspiré la réalisation de la Miniature. Comme lui, la Miniature informe du focus du groupe, à une différence près : le radar indique seulement la zone visualisée par chaque participant dans un espace de travail partagé en WYSIWIS.

De même, la Miniature peut être également apparentée aux travaux sur les *indicateurs sociaux d'activité* (ACKERMAN et STARR, 1996). Selon les auteurs, « *Les gens accordent plus d'intérêt à un système lorsqu'ils savent que d'autres personnes s'y intéressent également.* ». Ils constatent, ainsi, que l'emploi d'un collecticiel nécessite la présence d'une masse critique minimale d'utilisateurs et que la participation s'arrête dès que l'on se trouve en deça.

Ils préconisent donc la mise en place d'indicateurs analysant en permanence certains critères de la session de travail collaboratif synchrone et informant de façon synthétique chaque usager du niveau d'activité du groupe. Ils utilisent, par exemple, des icônes animées pour indiquer l'arrivée de nouveaux messages ou des histogrammes pour représenter l'importance relative des différents thèmes abordés dans un forum de discussion.

## 6.3 Comparatif avec Elastic Windows

Dans cette section, nous présentons *Elastic Windows* de KANDOGAN et SHNEIDERMAN (1996, 1997) qui offre des fonctionnalités assez similaires à celles de Mondrian. En effet, ce projet de recherche du département informatique de l'Université du Maryland<sup>5</sup> (USA) tente également de proposer une alternative aux interfaces graphiques actuelles, mais dans un cadre d'application plus général, c'est-à-dire, non limité au TCAO.

Après une brève description d'Elastic Windows, nous étudierons les principales similitudes et différences avec Mondrian.

### 6.3.1 Présentation d'Elastic Windows

La conception d'Elastic Windows repose sur les trois principes de base suivants : *une disposition en mosaïque, une organisation hiérarchique des fenêtres et des opérations multi-fenêtres.*

#### Une disposition en mosaïque

Elastic Windows place les fenêtres en mosaïque afin d'éviter tout gaspillage de l'espace de travail et tout chevauchement des fenêtres susceptible de cacher de l'information.

#### Une organisation hiérarchique des fenêtres

Elastic Windows propose, en outre, une organisation hiérarchique des fenêtres. Cela signifie qu'elles peuvent être regroupées au sein d'une fenêtre mère afin de former un groupe distinct (*cf.* figure 6.9). Ces ensembles de fenêtres permettent de structurer le bureau en affectant, par exemple, chaque groupe particulier à une sous-tâche donnée. Les fenêtres mères sont identifiées par un bord plus épais et par un titre. Plusieurs niveaux d'imbrication sont possibles pour les groupes, un peu à la manière des gestionnaires de fichiers dans un autre domaine.

#### Des opérations multi-fenêtres

Elastic Windows permet, enfin, d'opérer directement sur un groupe de fenêtres afin de diminuer le nombre de manipulations et, par conséquent, la charge cognitive des usagers. Toutes les opérations traditionnelles sur les fenêtres peuvent être appliquées à un groupe de fenêtres, comme l'ouverture, le redimensionnement, le déplacement, la fermeture, etc. (*cf.* figure 6.10).

Ces opérations multi-fenêtres facilitent par exemple le passage d'une sous-tâche à une autre, en créant un groupe pour chaque sous-tâche identifiée. De plus, chaque groupe de fenêtres conserve sa disposition spatiale interne afin

---

5. <http://www.cs.umd.edu>

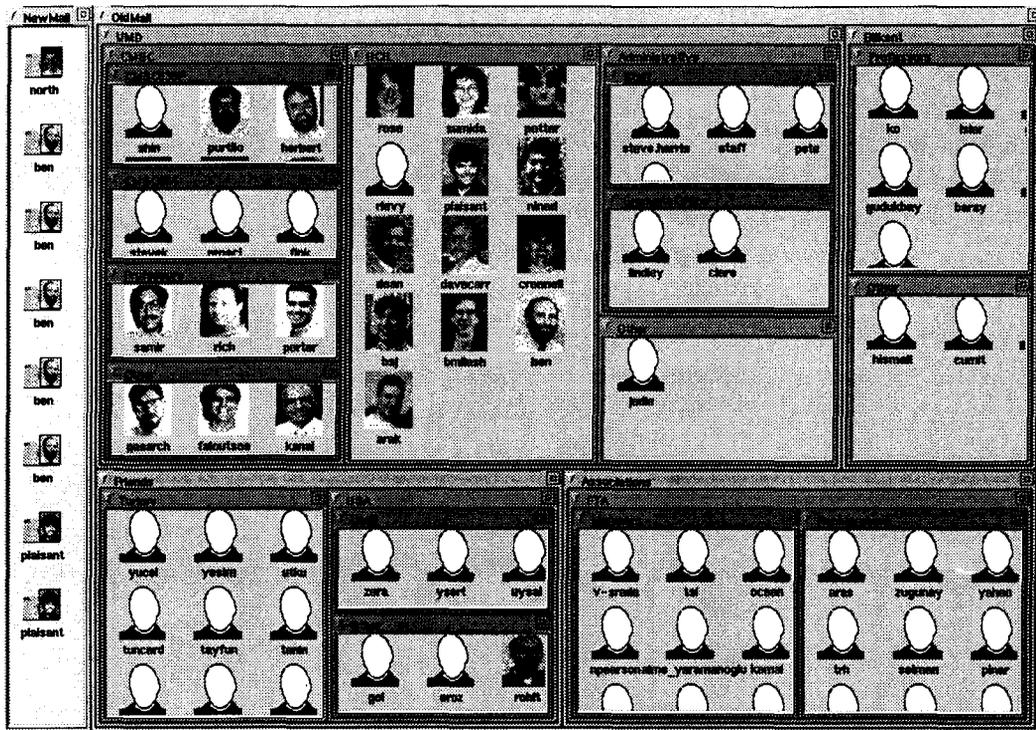


FIG. 6.9 – Une application de courrier électronique basée sur *Elastic Windows*. La hiérarchie des fenêtres est employée ici pour classer les nombreux messages.

de préserver les indices visuels utiles pour que l'utilisateur puisse réaliser sa tâche (KANDOGAN et SHNEIDERMAN, 1996).

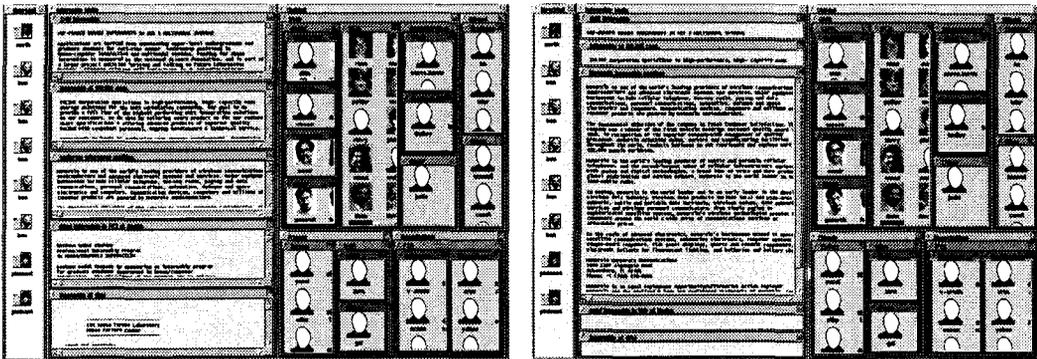


FIG. 6.10 – L'effet du redimensionnement d'une fenêtre sur les autres dans *Elastic Windows*.

### 6.3.2 Comparatif Elastic Windows vs. Mondrian

Les avantages d'Elastic Windows :

Elastic Windows propose une hiérarchisation du bureau par sous-tâches, ce qui semble très intuitif pour l'utilisateur. En effet, ce classement est assez proche

de la façon dont nous empilons les papiers sur une table pour les ordonner.

De même, la possibilité de « mettre de côté » les groupes de fenêtres sans intérêt pour le moment afin de faire de la place pour la sous-tâche en cours est très similaire aux méthodes de travail non médiatisées par l'ordinateur. Les évaluations menées par les auteurs d'*Elastic Windows* ont d'ailleurs montré des gains de temps appréciables lors du passage d'une tâche à une autre (KANDOGAN et SHNEIDERMAN, 1997). Cet avantage découle directement de la possibilité d'agir globalement sur un groupe de fenêtres plutôt que successivement sur chacune d'entre elles.

Contrairement à *Mondrian*, *Elastic Windows* autorise le redimensionnement et le déplacement de fenêtres par manipulation directe. Cela offre plus de flexibilité pour configurer son espace de travail que l'utilisation des trois degrés d'intérêts (DOI).

Enfin, les lois de placement n'imposent pas une orientation verticale ou horizontale, mais offrent une combinaison des deux qui présente plus de souplesse pour le positionnement et l'ajustement des fenêtres par les usagers que dans *Mondrian* qui impose globalement un seul des deux modes.

#### **Les avantages de *Mondrian* :**

*Mondrian* propose de son côté une hiérarchisation selon l'intérêt (DOI) que porte l'utilisateur, ou le groupe, à un document ou à une application. Cette organisation spatiale peut sembler plus contraignante et moins naturelle que celle d'*Elastic Windows*, mais elle permet de limiter le nombre de fenêtres ouvertes sur le bureau et propose un point de vue centré sur l'activité.

Cette hiérarchisation semble également plus simple à appréhender, au premier abord, que celle d'*Elastic Window*. En effet, les multiples niveaux d'imbrication de fenêtres peuvent facilement dérouter un utilisateur novice.

Par ailleurs, la reconfiguration automatique du bureau en fonction des rôles et des actes identifiés dans *ScenIC* renforce encore le point précédent. Cette fois, c'est le système qui se charge complètement du placement des fenêtres et soulage l'utilisateur de cette « tâche ménagère ». Le participant n'a plus qu'à se concentrer sur l'activité de groupe.

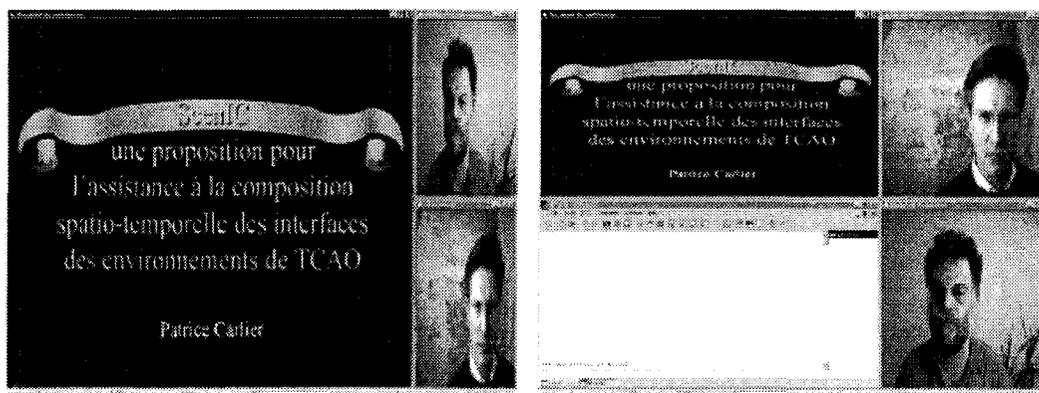
Enfin, le principal avantage de *Mondrian* sur *Elastic Window* est qu'il ne nécessite pas la réécriture d'applications spécifiques. Il s'agit d'un programme capable de spatialiser sur le bureau n'importe quelle application *Windows* standard. Ce qui le rend immédiatement compatible avec tous les logiciels et collecticiels disponibles, ou à venir, sur ce système d'exploitation.

## 6.4 Étude de cas (suite) : la conférence scientifique

Dans cette section, nous reprenons l'étude de cas du chapitre précédent pour l'illustrer et pour étudier comment Mondrian compose le bureau de Windows™ en fonction des indications fournies par ScenIC à partir du rôle de l'utilisateur, de l'acte de l'activité et des scénarii.

### 6.4.1 L'aspect du bureau selon le rôle joué dans l'activité

La figure 6.11 montre différents bureaux composés par Mondrian pour un acte donné (ici « Exposé ») et pour chacun des quatre rôles identifiés pour l'activité « conférence scientifique ».



a – Pour le rôle « Conférencier ».

b – Pour le rôle « Maître de Conférences ».



c – Pour le rôle « Panéliste ».

d – Pour le rôle « Public ».

FIG. 6.11 – La composition du bureau par Mondrian, selon le rôle joué par l'utilisateur, pour l'acte « Exposé » de l'activité de conférence scientifique.

Dans cet Acte, le Conférencier (figure 6.11.a) a sous les yeux sa présentation (DOI=100%), l'image du Maître de Conférences (DOI=50%) et son retour vidéo pour contrôler son image (DOI=50%).

Le Maître de Conférences (figure 6.11.b) dispose des mêmes fenêtres que le Conférencier, mais possède en plus un outil de communication textuel pour recevoir les questions du public (DOI=100%).

Les Panélistes (figure 6.11.c) ont uniquement sous les yeux la vidéo du Conférencier (DOI=100%) et son Document (DOI=100%).

Le Public (figure 6.11.d) dispose, enfin, d'une vue similaire aux Panélistes tout en ayant la possibilité d'envoyer des questions au Maître de Conférences, via un outil de communication textuel (DOI=50%).

### 6.4.2 L'aspect du bureau selon l'acte courant de l'activité

La figure 6.12 montre différents bureaux composés par Mondrian pour un rôle donné (ici « Public ») et pour chacun des quatre principaux actes identifiés pour l'activité « conférence scientifique ».



FIG. 6.12 – La composition du bureau par Mondrian, selon les actes du scénario, pour le rôle « Public » de l'activité de conférence scientifique.

Dans l'Acte « Introduction » (figure 6.12.a), le Public peut visualiser l'ensemble des personnes impliquées dans la conférence : le Maître de Conférence

(DOI=100%) qui introduit le sujet, le Conférencier qui se prépare (DOI=50%) et les trois Panélistes (DOI=50%) regroupés au sein d'une même vignette vidéo par le pont de visioconférence, ainsi que le Document du conférencier (DOI=100%) qui indique le titre de la conférence à venir.

Dans l'Acte « Exposé » (figure 6.12.b), le Pulic a sous les yeux la vidéo du Conférencier (DOI=100%), ainsi que son Document (DOI=100%) pour pouvoir suivre la conférence. Il dispose également d'un outil de communication textuel (DOI=50%) pour envoyer des questions au Maître de Conférences.

Dans l'Acte « Questions des panélistes » (figure 6.12.c), le Public retrouve une vue sur l'ensemble des participants : Conférencier (DOI=100%), Maître de Conférences (DOI=50%) et Panélistes (DOI=50%).

Dans l'Acte « Question du public » (figure 6.12.d), seules les images du Conférencier (DOI=100%) et du Maître de Conférences (DOI=100%) lui sont présentées.

## 6.5 Réalisation technique

La plateforme de développement, et d'utilisation, retenue pour la réalisation du module de rendu fenêtré *Mondrian* est la même que pour *ScenIC*. Il s'agit d'une machine *Wintel* à savoir, un compatible PC (Pentium™ 100 Mhz minimum) fonctionnant avec le système d'exploitation *Microsoft Windows™ NT 4.0*, ou *Windows™ 95*.

L'environnement de développement choisi est le *Visual C++*, avec utilisation des *Microsoft Foundation Classes* (MFC) pour faciliter l'écriture d'applications *Windows™*.

L'application *Mondrian* est lancée par *ScenIC*, lors de l'entrée en session, et reste en communication avec elle pendant toute la durée de la séance de travail. En effet, ces deux modules s'échangent périodiquement des informations afin de suivre l'activité en cours en diffusant les modifications locales vers les autres postes ou en répercutant les évolutions distantes à l'écran.

Pour réaliser ce canal de communication bi-directionnel, nous avons conservé le même mécanisme d'Échange Dynamique de Données (DDE) qu'entre l'ASVL et *ScenIC* (cf. page 114). Cette fois, le serveur DDE, situé dans *Mondrian*, répond aux requêtes de l'unique client DDE *ScenIC* (cf. figure 6.13).

Cette communication permet l'échange de messages entre nos deux applicatifs selon une syntaxe déterminée. Chaque message est constitué par une chaîne de caractères comme suit :

```
ToolId[OpCode(Param_1,Param_2,Param_3,...,Param_N)]
```

où, *ToolId* indique l'identificateur de l'outil destinataire du message, *OpCode* désigne l'action à réaliser et *Param\_1* à *Param\_N* sont les *N* valeurs passées en paramètre. Par exemple, le message "[add(patrice,claud)]" est émis par *ScenIC* à destination du module de rendu (*ToolId* = " = 32+2) pour indiquer l'entrée en session de deux participants nommés *patrice* et *claud*.

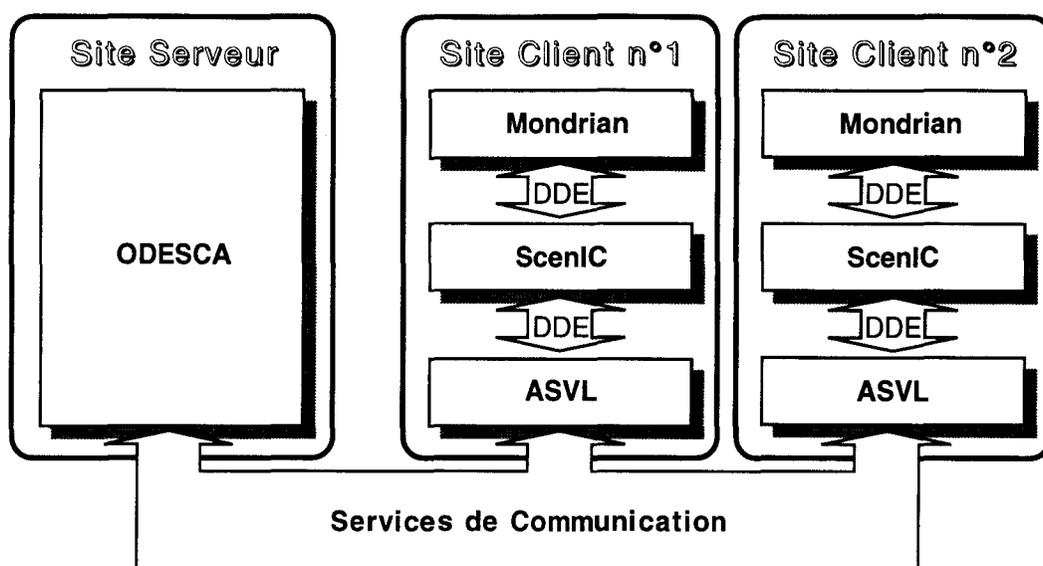


FIG. 6.13 – Les canaux de communication du prototype Space.

Nous présentons, ci-après, quelques extraits des développements réalisés. En particulier, nous détaillons les principaux algorithmes employés dans Mondrian pour :

1. Capturer la liste des fenêtres au lancement ;
2. Suivre l'évolution du bureau ;
3. Placer les fenêtres en mosaïque horizontale ;
4. Calculer la surface affectée à chaque DOI.

### 6.5.1 Capturer la liste des fenêtres au lancement

Une fois lancé, la première action de Mondrian est de constituer une base de données (intitulée `WindowsList`) des fenêtres déjà présentes sur le bureau afin de les gérer à sa manière.

Pour cela, Mondrian récupère d'abord le handle<sup>6</sup> du bureau [ligne 2], puis il parcourt la liste des fenêtres de Windows à partir du dessus (*TopWindow*) [3] (cf. figure 6.14).

Tant qu'il reste une fenêtre à traiter, Mondrian obtient son titre [5], son style<sup>7</sup> [6 et 7] et ses coordonnées [8].

Pour chacune de ces fenêtres, Mondrian vérifie si son style correspond bien aux fenêtres qu'il gère. C'est-à-dire, uniquement les fenêtres mères visibles, sans les *Pop-up Windows* ni les *Tool Windows* [16].

6. Un handle est un entier qui identifie de façon unique une fenêtre. Toutes les fonctions sur les fenêtres utilisent cet identifiant pour acheminer leur action.

7. Le style d'une fenêtre spécifie son apparence et son comportement.

Si c'est effectivement le cas, Mondrian l'ajoute à sa propre liste de fenêtres ainsi que les informations sur son titre, son style et ses coordonnées en vue d'un traitement ultérieur [17].

Enfin, Mondrian passe à la fenêtre suivante [23].

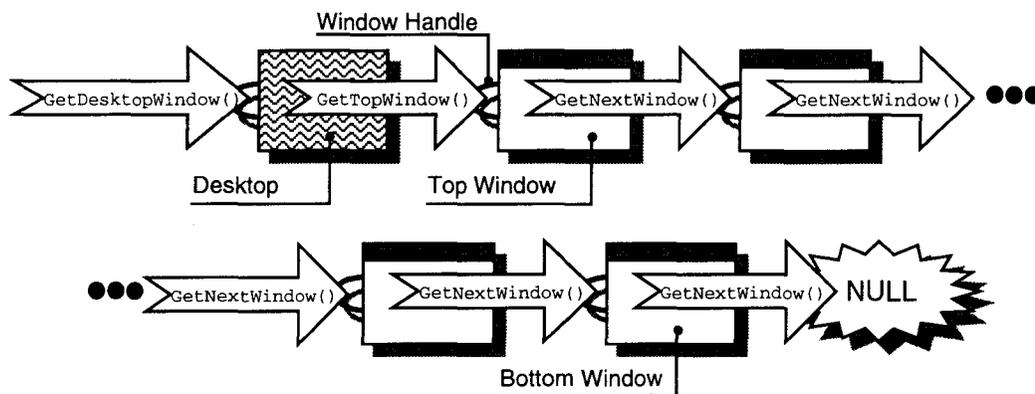


FIG. 6.14 – Le chaînage des fenêtres sous Windows™.

### Extrait du source en Visual C++ associé

```

1  WindowsList = new CObList;
   HWND TheDesktop = GetDesktopWindow();
   HWND TheWindow = GetTopWindow(TheDesktop);
   while (TheWindow) {
5     char TheTitle[LGTTITLE]; GetWindowText(TheWindow,TheTitle,LGTTITLE);
       DWORD TheStyle = GetWindowLong(TheWindow,GWL_STYLE);
       DWORD TheExStyle = GetWindowLong(TheWindow,GWL_EXSTYLE);
       RECT TheRect; GetWindowRect(TheWindow,&TheRect);

10    const
       DWORD isVisible = TheStyle & WS_VISIBLE,
           isChild = TheStyle & WS_CHILD,
           isPopUp = TheStyle & WS_POPUP,
           isToolWnd = TheExStyle & WS_EX_TOOLWINDOW;

15    if (isVisible && !isChild && !isPopUp && !isToolWnd)
       WindowsList->AddHead(new WizzObjects(TheWindow,
                                           TheTitle,
                                           TheStyle,
20     TheExStyle,
                                           TheRect));

       TheWindow = GetNextWindow(TheWindow,GW_HWNDNEXT);
   }

```

### 6.5.2 Suivre l'évolution du bureau

Une fois cette base de données sur les fenêtres créée au démarrage, Mondrian doit la mettre à jour périodiquement afin de prendre en compte les évolu-

tions du bureau suite aux actions de l'utilisateur. Plus particulièrement, il doit être en mesure de détecter toute ouverture, fermeture, déplacement ou redimensionnement des fenêtres pour recomposer la mosaïque. C'est à la fonction `DesktopChanged()` qu'incombe cette tâche, ainsi que la détection du changement de la fenêtre active (focus de l'utilisateur).

Pour détecter le changement de focus, **Mondrian** récupère le handle de la fenêtre active (`NewFocus`) [ligne 4] et le compare à celui qu'il avait précédemment mémorisé (`TheFocus`) [5]. S'ils diffèrent, c'est que le focus de l'utilisateur a changé entre-temps.

**Mondrian** retrouve alors l'identificateur des applications correspondantes [10–14 et 15–19]. Cet identificateur est un entier qui sert à référencer de façon unique une fenêtre publique sur l'ensemble des sites connectés au même espace de travail. Il est fourni au lancement par le serveur d'activités ODESCA pour les fenêtres publiques et vaut 0 pour les fenêtres privées.

Une fois les applications identifiées, **Mondrian** envoie un message vers `Scenic` pour l'avertir du changement de focus de l'utilisateur [25–29] et mémorise le handle de la fenêtre active.

Pour détecter la fermeture d'une ou plusieurs fenêtres, **Mondrian** consulte sa base de données [41]. Pour chaque fenêtre, il vérifie si elle se trouve toujours sur le bureau [46].

Si la fenêtre n'est plus là, c'est que l'utilisateur ou le système a terminé l'application correspondante. **Mondrian** la supprime donc de sa base de données [48].

Pour détecter le déplacement, le redimensionnement ou l'ouverture d'une fenêtre, **Mondrian** procède de façon analogue à la capture de la liste des fenêtres du bureau. Il parcourt à nouveau la liste des fenêtres de Windows™ à la recherche d'une modification des informations ou d'un nouveau handle.

Tant qu'il reste une fenêtre à traiter, **Mondrian** obtient son titre [58], son style [59 et 60] et ses coordonnées [62].

Pour chacune de ces fenêtres, **Mondrian** vérifie si son style correspond bien aux fenêtres qu'il gère [71] et, si c'est le cas, il recherche dans sa base l'enregistrement correspondant [76].

Si la fenêtre est déjà connue, **Mondrian** met éventuellement à jour les informations mémorisées [79–93].

Sinon, il s'agit d'une nouvelle fenêtre et **Mondrian** l'ajoute à sa base de données [95–119].

Enfin, si une modification quelconque de la base a eu lieu, la fonction `DesktopChanged()` retourne une valeur non nulle qui indique que le bureau doit être reconfiguré [124–129].

## Extrait du source en Visual C++ associé

```

1  int CDSSDoc::DesktopChanged() {
    //== A-t'on changé de focus ?
    int i=0;
    HWND NewFocus = GetForegroundWindow();
5  if (TheFocus != NewFocus) {
    //diffuser le changement de focus si l'une des 2
    //est une fenêtre publique
    WizzObjects* current;
    int OldId=0,NewId=0;
10  POSITION pos=WhichWindow(TheFocus);
    if (pos) {
        current=(WizzObjects *)WindowsList->GetAt(pos);
        OldId=current->ToolId;
    }
15  pos=WhichWindow(NewFocus);
    if (pos) {
        current=(WizzObjects *)WindowsList->GetAt(pos);
        NewId=current->ToolId;
    }
20  if (OldId || NewId){
        char ch_ScenICId,ach_OldId[5], ach_NewId[5];
        ch_ScenICId = ScenIC_Id;
        _itoa(OldId, ach_OldId, 10 );
        _itoa(NewId, ach_NewId, 10 );
25  BroadcastData((CString) ch_ScenICId +
                "[focus(" +
                (CString) MyName + "," +
                (CString) ach_OldId + "," +
                (CString) ach_NewId + ")]");
30  }
    TheFocus = NewFocus;
    i++;
}

35  //== A-t'on fermé des fenêtres ?
    POSITION pos1,pos2;
    WizzObjects * current;
    HWND TheHandle;
    int j=0;
40  for (pos1 = WindowsList->GetHeadPosition(); (pos2 = pos1) != NULL; ) {
        WindowsList->GetNext(pos1);
        current=(WizzObjects *)WindowsList->GetAt(pos2);
        TheHandle = current->hWnd;
45  if (TheHandle)
        if (!::IsWindow(TheHandle)) {
            WindowsList->RemoveAt(pos2);
            delete current;
            j++;
50  }
    }
}

```

```

//== A-t'on ouvert ou modifié des fenêtres ?
HWND TheDesktop = GetDesktopWindow();
55  HWND TheWindow = GetTopWindow(TheDesktop);
    int k=0,l=0;
    while (TheWindow) {
        char TheTitle[LGTITLE]; GetWindowText(TheWindow,TheTitle,LGTITLE);
        DWORD TheStyle = GetWindowLong(TheWindow,GWL_STYLE);
60  DWORD TheExStyle = GetWindowLong(TheWindow,GWL_EXSTYLE);
        RECT TheRect; GetWindowRect(TheWindow,&TheRect);
        DWORD TheProcessId; GetWindowThreadProcessId(TheWindow,&TheProcessId);

        const
65  DWORD isVisible = TheStyle & WS_VISIBLE,
        isChild = TheStyle & WS_CHILD,
        isPopUp = TheStyle & WS_POPUP,
        isMinimized = TheStyle & WS_MINIMIZE,
        isToolWnd = TheExStyle & WS_EX_TOOLWINDOW;
70
        if (isVisible && !isChild && !isPopUp && !isToolWnd) {

            POSITION pos;

75            //Modification d'une fenêtre connue
            if (pos=WhichWindow(TheWindow)) {
                current=(WizzObjects *)WindowsList->GetAt(pos);

                //Changement de style...
80            if (TheStyle!=current->Style) {
                    current->SetStyle(TheStyle);
                    k++;
                }

85            //Changement de position ou de taille...
            if (!EqualRect(&TheRect,&(current->Rect))) {
                current->Rect=TheRect;
                if (HidePrivate && (current->ToolId==0) && !isMinimized)
                    HidePrivate=FALSE;
90            if (HidePublic && (current->ToolId!=0) && !isMinimized)
                    HidePublic=FALSE;
                k++;
            }

95            //Ouverture d'une fenêtre publique
        } else if (pos=WhichWindow(TheProcessId)) {
            current=(WizzObjects *)WindowsList->GetAt(pos);
            if (!current->hWnd) {
                current->hWnd = TheWindow;
100            current->Title = TheTitle;
                current->SetStyle(TheStyle);
                current->ExStyle = TheExStyle;
                current->Rect = TheRect;
                if (HidePublic)
105            HidePublic=FALSE;
                l++;
            }
        }
    }

```

```

        }

        //Ouverture d'une fenêtre privée
110     } else {
            WindowsList->AddHead(new WizzObjects(TheWindow,
                                                TheTitle,
                                                TheStyle,
115         TheExStyle,
                                                TheRect));

            if (HidePrivate)
                HidePrivate=FALSE;
            l++;
        }
120     }
        TheWindow = GetNextWindow(TheWindow,GW_HWNDNEXT);
    }

    if (l)
125     return 2;
    else if (i || j || k)
        return 1;
    else
        return 0;
130 }

```

### 6.5.3 Placer les fenêtres en mosaïque horizontale

La principale tâche de *Mondrian* est de spatialiser le bureau en composant une mosaïque avec les fenêtres ouvertes. Deux fonctions ont été développées à cet effet : `TileHorz()`, pour le pavage horizontal, et `TileVert()`, pour le pavage vertical. Nous ne présentons ici que la fonction `TileHorz()`, car la seconde ne diffère que très peu de celle-ci (permutation des lignes et des colonnes).

La figure 6.15 présente le résultat obtenu avec la fonction `TileHorz()` en faisant varier le nombre de fenêtres pour composer une mosaïque horizontale.

La fonction `TileHorz()` reçoit comme paramètres initiaux les coordonnées du rectangle dans lequel elle doit composer la mosaïque (`TheRect`, voir la section 5.6.4 pour son calcul), le nombre de fenêtres à y placer (`NbWindows`) et la valeur du DOI pour cette zone (`TheDoi`) [lignes 1–3].

Puis, *Mondrian* calcule le nombre de colonnes (`NbCol`) nécessaires pour placer les `NbWindows` fenêtres en mosaïque [8] et la future largeur (`cx`) de chaque fenêtre [12].

*Mondrian* recherche ensuite dans sa base de données la première fenêtre possédant un DOI égal à `TheDoi` [15–23].

Pour chaque colonne de la mosaïque [25], *Mondrian* évalue le nombre de fenêtres à y ranger (`NbRow`) [26] et la hauteur respective de chacune d'elles (`cy`) [27].

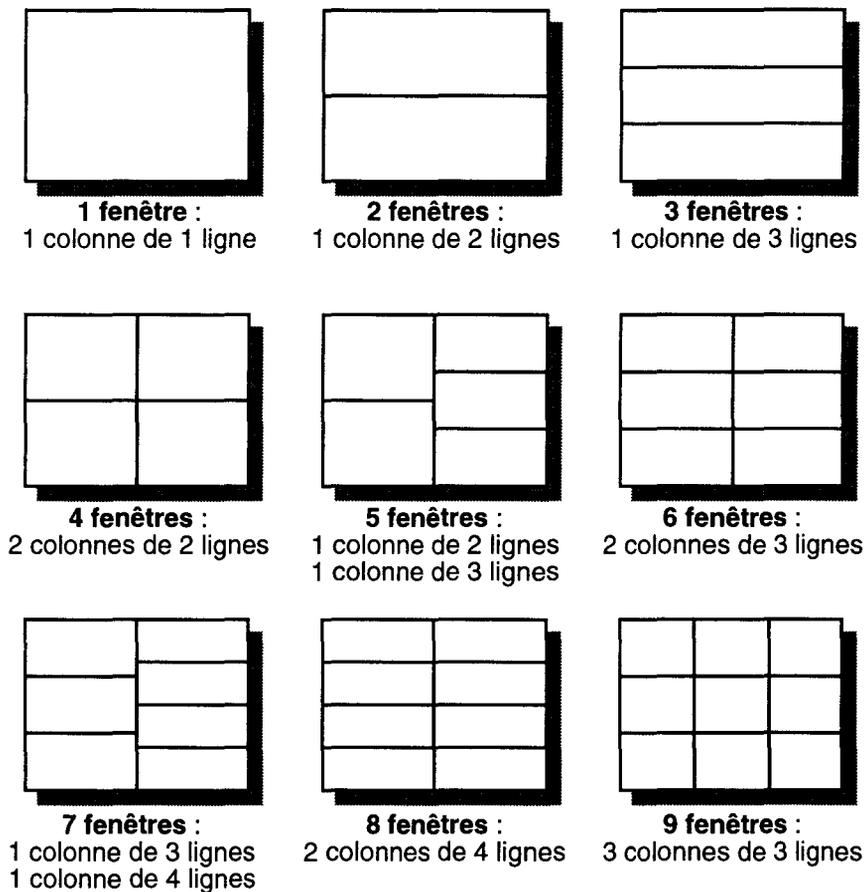


FIG. 6.15 – Quelques exemples de mosaïques horizontales illustrant l'algorithme implémenté dans la fonction *TileHorz()*.

Pour chaque ligne de cette colonne [28], Mondrian déplace la fenêtre courante [31], archive sa nouvelle position [32], calcule l'ordonnée de la ligne suivante [33] et recherche dans la base de données la prochaine fenêtre à déplacer [34–39].

Enfin, avant de passer à la colonne suivante, Mondrian calcule les nouvelles valeurs pour l'abscisse et l'ordonnée [42 et 43], puis décrémente le nombre de fenêtres qu'il reste à traiter [44].

#### Extrait du source en Visual C++ associé

```

1 void CDSSDoc::TileHorz(RECT TheRect,
                        int NbWindows,
                        int TheDoI) {
5   if (NbWindows==0) return;

   int x = TheRect.left,
       y = TheRect.top,
       NbCol = (int)sqrt(NbWindows),
       NbRow,

```

```

10      Col,
        Row,
        cx = (TheRect.right-TheRect.left+1)/NbCol,
        cy;

15      POSITION pos = WindowsList->GetHeadPosition();
        WizzObjects * current;
        if (pos)
            current = (WizzObjects *)WindowsList->GetAt(pos);
        while (pos && current->DoI!=TheDoI) {
20          WindowsList->GetNext(pos);
            if (pos)
                current = (WizzObjects *)WindowsList->GetAt(pos);
        }

25      for (Col=NbCol; Col>=1; Col--) {
        NbRow=NbWindows/Col;
        cy=(TheRect.bottom-TheRect.top+1)/NbRow;
        for (Row=1; Row<=NbRow; Row++) {
30          if (pos) {
            HWND TheHandle = current->hWnd;
            ::MoveWindow(TheHandle,x,y,cx,cy,TRUE);
            GetWindowRect(TheHandle,&(current->Rect));
            y+=cy;
            do {
35                if (pos)
                    WindowsList->GetNext(pos);
                if (pos)
                    current=(WizzObjects *)WindowsList->GetAt(pos);
            } while (pos && current->DoI!=TheDoI);
40        }
        }
        y=0;
        x+=cx;
        NbWindows--=NbRow;
45    }
}

```

#### 6.5.4 Calculer la surface affectée à chaque DOI

Pour composer une mosaïque horizontale, la fonction `TileHorz()` doit recevoir, entre-autre, un rectangle lui indiquant la zone où placer les fenêtres. Ce calcul est réalisé par une autre fonction que nous allons décrire: `OnWindowTileHorz()`. Une fonction similaire, `OnWindowTilevert()`, est également fournie pour la composition de mosaïques verticales.

Comme indiqué page 128, `Mondrian` gère, dans sa version actuelle, trois valeurs pour les DOI: 0%, 50% et 100%. Mis à part la valeur 0% qui signifie que la fenêtre est icônisée, le bureau doit être partagé en deux régions. L'attribution des surfaces affectées à chaque zone est accomplie par l'algorithme suivant et illustrée par la figure 6.16.

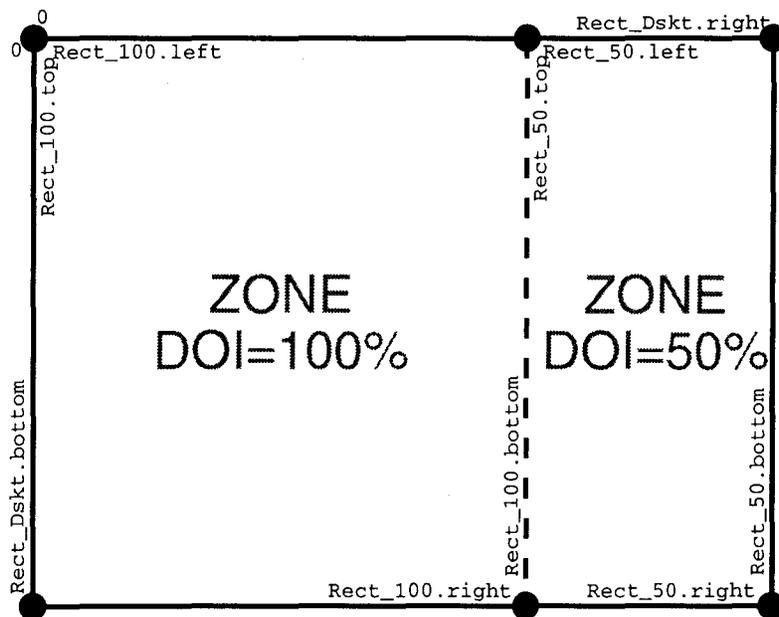


FIG. 6.16 – La séparation du bureau en deux zones calculées par la fonction *OnWindowTileHorz()*.

Pour calculer les coordonnées du rectangle dévolu à chaque DOI, Mondrian recense tout d'abord le nombre de fenêtres de chaque type [ligne 6] et obtient la taille du bureau [11].

À partir de ces données, il décide de placer la zone DOI=100% à gauche [13,14] (pour une mosaïque horizontale) et calcule la limite droite en prenant un pourcentage coefficienté de la largeur du bureau [15]. Le reste est affecté pour la zone de DOI=50% [17-20].

Une fois ces calculs réalisés, Mondrian appelle successivement la fonction *TileHorz()* pour paver de fenêtres chacune de ces deux zones [22,23 et 25,26].

Pour finir, Mondrian demande le réaffichage de la Miniature [28].

#### Extrait du source en Visual C++ associé

```

1  void CDSSDoc::OnWindowTileHorz() {
    // TODO: Add your command handler code here
    DesktopSelection = HORZ;

5   int d50,d100;
    int NbWindows = CountWindowsDoI(&d50,&d100);

    if (NbWindows==0) return;

10  RECT Rect_Dskt,Rect_100, Rect_50;
    ::SystemParametersInfo(SPI_GETWORKAREA,0,&Rect_Dskt,0);

    Rect_100.top = Rect_100.left = 0;
    Rect_100.bottom = Rect_Dskt.bottom;

```

```

15   Rect_100.right = Rect_Dskt.right * Coef*d100 / (Coef*d100+d50);

      Rect_50.top = 0;
      Rect_50.left = Rect_100.right + 1;
      Rect_50.bottom = Rect_Dskt.bottom;
20   Rect_50.right = Rect_Dskt.right;

      if (d100)
          TileHorz(Rect_100,d100,DOIMAX);

25   if (d50)
          TileHorz(Rect_50,d50,DOIMOY);

      UpdateAllViews(NULL);
}

```

## 6.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté Spln et Mondrian deux exemples de modules de rendu pilotés par ScenIC et chargés de traduire dans un style visuel donné ses indications de placement.

Spln nous permet d'explorer les possibilités offertes par la troisième dimension. C'est un prototype d'interface d'un nouveau genre qui nécessite encore beaucoup de recherches avant d'être finalisé.

Pour évaluer son acceptation par le grand public, nous menons actuellement une série de tests sur la perception de l'espace 3-D matérialisé à l'écran et sur les modes d'interaction possibles avec les objets peuplant cet espace. D'autres évaluations, moins axées sur la perception, seront menées dès que cet environnement pourra accueillir des outils de travail collaboratifs.

Mondrian, par contre, nous permet de conduire jusqu'au bout, c'est-à-dire jusqu'à l'écran, la plupart des services remplis par ScenIC. La plupart des services, car dans son état actuel Mondrian ne gère pas les contraintes spatio-temporelles entre objets présentés. Pour le compléter, il faudrait y ajouter un système de résolution de contraintes qui augmenterait considérablement la complexité de l'algorithme de placement. Mondrian ne servant, par ailleurs, que d'illustration des services de ScenIC, ce développement sortait du cadre de notre étude. Mais nous envisageons par la suite d'étendre les fonctionnalités de Mondrian en nous inspirant des techniques utilisées dans les systèmes intelligents de présentation multimédia (*cf.* les IMMPS dans le chapitre 4, page 85) pour y intégrer des règles ergonomiques, esthétiques, ...

Une évaluation de Mondrian, dans le cadre d'une séance de travail collaboratif, est par ailleurs en cours. Nous en présentons les premiers résultats dans le chapitre suivant.

# Chapitre 7

## Critique et évaluation

*« Just because something doesn't do  
what you planned it to do doesn't  
mean it's useless. »*

Thomas EDISON  
(1847–1931)

## Sommaire

---

<b>7.1</b>	<b>Critique du prototype vs. enjeux présentés . .</b>	<b>154</b>
7.1.1	Favoriser la communication . . . . .	154
7.1.2	Favoriser la coordination . . . . .	155
<b>7.2</b>	<b>Évaluation du couple ScenIC – Mondrian . . . .</b>	<b>159</b>
7.2.1	Présentation . . . . .	159
7.2.2	Expérimentation . . . . .	159
7.2.3	Résultats et discussion . . . . .	161
<b>7.3</b>	<b>Conclusion . . . . .</b>	<b>162</b>

---

DÈS LE DÉBUT DU PROJET, nous avons fait appel aux Sciences Humaines pour nous aider à concevoir notre nouvelle interface. Les nombreux échanges entre informaticiens et ergonomes ont guidé la réalisation de notre prototype depuis son origine. Cependant, toutes les précautions prises et les prédictions faites ne suffisent pas pour affirmer aujourd'hui que notre système répond bien à notre problématique, ou aux attentes des usagers.

Dans ce chapitre, nous commencerons par passer notre prototype au crible des enjeux de communication et de coordination, comme nous l'avons déjà fait pour quelques EVC dans le chapitre 2. De cette critique, nous pourrons ainsi apprécier l'étendue du support des enjeux identifiés.

Nous avons, ensuite, voulu valider le travail réalisé en vérifiant l'intérêt des services proposés par ScenIC et Mondrian dans le TCAO. Pour cela, nous avons choisi de mener une évaluation afin d'analyser l'utilisation de notre prototype dans une situation de travail proche de la réalité. Cette expérience vise à vérifier si l'ensemble des propriétés et des caractéristiques de notre système donne satisfaction.

SENACH (1990) distingue deux niveaux dans les évaluations : l'*utilité* et l'*utilisabilité*. L'**utilité** « *détermine si le produit permet à l'utilisateur d'atteindre ses objectifs de travail* » ; alors que « *l'utilisabilité sert [...] à poser la frontière entre utilité potentielle et utilité réelle* ». La norme ISO 9241 précise cette définition de l'utilisabilité : « *The effectiveness, efficiency and satisfaction with which specified users can achieve specified goals in particular environments* ».

Le but de notre expérimentation est double : d'une part, évaluer l'utilité des services proposés par le couple ScenIC – Mondrian, c'est-à-dire l'adéquation fonctionnelle de notre environnement de travail avec la tâche à réaliser (*le système améliore-t-il la qualité du résultat obtenu?*) ; et, d'autre part, évaluer

l'utilisabilité de **Mondrian**, c'est-à-dire l'adéquation de son interface avec l'utilisateur (*le système est-il facile à apprendre et à opérer?*). L'expérience décrite dans la seconde section tentera de répondre à ces deux questions.

## 7.1 Critique du prototype vs. enjeux présentés

À lui seul, le prototype actuel **Space** ne constitue pas encore un EVC, mais seulement l'interface et l'architecture d'accueil d'un environnement de travail collaboratif. En effet, les deux modules actuels (**Scen|C** associé à **Mondrian** ou à **Spln**) pilotent la composition de l'écran d'un usager dans le but de lui faciliter son immersion dans l'activité. Pour créer un environnement de travail collaboratif réellement exploitable, il est nécessaire d'y ajouter des outils de production et de communication.

Selon les outils sélectionnés, **Space** pourra former un espace collaboratif virtuel pour la conception collaborative, la conduite de réunions, la visualisation des données, la réalisation de simulations ou, encore, la participation à des jeux collectifs. En effet, notre but n'était pas de bâtir un EVC particulier mais, plutôt, de tenter de créer une IHM unitaire capable d'accueillir des activités collaboratives diverses et susceptible de favoriser la perception des autres, ainsi que la compréhension de l'activité qui se déroule.

Dans le chapitre 1, nous avons énoncé les différents enjeux en matière de communication et de coordination que devraient satisfaire les EVC; nous y revenons dans cette section afin d'en évaluer le support dans notre prototype.

### 7.1.1 Favoriser la communication

#### Interaction

Mis à part l'envoi de courts messages, **Scen|C** ne comporte aucun moyen de communication *a priori*, mais favorise leur intégration au sein de l'environnement collaboratif. Ainsi, selon la nature de l'activité ou les moyens techniques disponibles, il est possible de soutenir tout le panel d'interactions allant de la communication à deux ( $1 \mapsto 1$ ), comme le mail ou la téléphonie sur internet, à la communication de masse ( $n \mapsto n$ ), comme les listes de diffusion ou l'audio-réunion, en passant par les modes intermédiaires ( $1 \mapsto n$  et  $n \mapsto 1$ ).

**Scen|C** agit donc comme une plateforme d'intégration des différents outils de communication nécessaires à l'activité. Il les active lors de l'entrée en session et ouvre les canaux de transmission selon les indications fournies par le serveur d'activité **ODESCA**. La difficulté réside principalement dans la mise-en-œuvre de cette intégration des outils au sein de **Space**, celle-ci dépend en effet fortement de leur degré d'ouverture et des possibilités de les contrôler depuis une autre application.

## Médias

Tous les objets présentés dans l'espace d'activité partagé sont décrits dans ScenIC sous plusieurs formes qui correspondent aux différents médias audiovisuels disponibles. ScenIC autorise ainsi plusieurs représentations possibles pour un même objet. Le choix d'un média en particulier peut être opéré soit par l'utilisateur, selon ses préférences, soit par le module de rendu, selon les possibilités techniques du poste de travail.

## Authentification

Au début d'une session de travail, chaque utilisateur de ScenIC demande une connexion au système via le Launcher (*cf.* page 92). Cet outil permet d'identifier les usagers du système et de les orienter vers les différents espaces d'activité où ils ont accès. Dans une activité donnée, chaque participant joue un rôle qui lui procure certains *droits* vis-à-vis des objets présentés. Ces droits sont centralisés dans le serveur d'activité ODESCA et transmis aux outils via le module de rendu.

## Temps

Les services offerts par ScenIC peuvent être utilisés lors de séances de travail synchrones et asynchrones. Bien que nous nous soyons actuellement davantage intéressés au mode synchrone, l'interface utilisateur décrite ici devrait également convenir à un usage asynchrone, puisque ODESCA supporte ce mode de travail collaboratif. ScenIC est, par conséquent, en mesure de couvrir la totalité du spectre temporel des activités collaboratives par l'intégration des outils adéquats.

Comme nous l'avons indiqué, l'ensemble des services de communication est susceptible d'être supporté par notre interface via l'intégration des outils adaptés à chaque activité. Le choix de ces outils est actuellement réalisé, a priori, par l'administrateur du système à partir d'une analyse de la Tâche.

Cette définition de l'activité étant plutôt rigide, nous nous employons actuellement à essayer de rendre plus flexibles les modes de travail (thèse de Grégory BOURGUIN en cours). Pour cela, nous voulons fournir aux membres d'un groupe les moyens de redéfinir, ou de créer, une activité et d'y associer les outils de communication et de production appropriés.

### 7.1.2 Favoriser la coordination

De notre étude des EVC dans le chapitre 2, nous avons remarqué le manque de support des enjeux de coordination dans les collecticiels actuels. Nous avons alors décidé de mettre l'accent sur cette dimension qui « fait le lien » entre les différents outils et les participants qui peuplent l'espace d'activité.

Notre but était double avec le projet *Space*, favoriser, d'une part, la cohésion du groupe en matérialisant un espace d'activité intégrant tous les acteurs en plus des accessoires et, d'autre part, l'implication des participants en fournissant des indicateurs d'activités.

## Identité

L'ensemble des membres (présents ou absents) du groupe inscrits dans une activité est connu du système. Cette collection d'information est d'ailleurs employée pour constituer une représentation abstraite de la vue à présenter. Le module de rendu est ensuite chargé de leur présentation à l'utilisateur sous une forme ou une autre. Dans *Mondrian*, par exemple, un menu liste l'ensemble des participants impliqués dans l'activité et indique ceux qui sont réellement présents dans l'espace d'activité. Une image vidéo fixe ou animée est également employée pour représenter à l'écran les membres du groupe présents. Dans *Sp-In*, des clones sont dépêchés au sein même de l'espace d'activité 3-D pour les incarner.

## Localisation

Du projet précédent *Co-Learn*, nous avons conservé le découpage « 1 activité = 1 pièce ». Cette structuration des ressources par salle, qui correspond d'ailleurs à celle du monde réel où les lieux sont typés (bureau, salle de réunion, amphithéâtre, salle de travaux pratiques, ...), présente de nombreux avantages tant sur le plan technique — un espace fermé permet de filtrer les entrées et de borner les moyens de communication par exemple — que sur le plan humain — avec une seule activité par salle, chaque utilisateur peut se consacrer entièrement à sa tâche sans craindre d'être dérangé, ou distrait, par quelqu'un, ou quelque-chose, d'extérieur.

Les espaces d'activité matérialisés par *Space* correspondent donc aux pièces de *Co-Learn*. Tous les individus présents, engagés dans une même activité, sont placés dans une même pièce et, par conséquent, situés dans un même espace d'activité partagé. À l'écran cela se traduit par la présence d'éléments symbolisant les autres membres du groupe (liste de noms, icônes, photographies, vidéos, clones, etc.).

Cependant, ce confinement des usagers dans différentes pièces selon leur tâche isole chacun des groupes. Dans la version actuelle de notre interface, il n'est, par exemple, pas possible de savoir si une personne est présente dans une autre pièce du bâtiment virtuel. Il serait donc souhaitable d'ajouter un *Hall* afin d'accueillir les participants et de les orienter vers une pièce selon leur emploi du temps ou selon les personnes qui y sont déjà présentes. Cet outil devrait à terme remplacer le *Launcher* actuel, qui se contente de présenter la liste des salles où un utilisateur est autorisé à se rendre.

## Niveau d'activité

Il manque actuellement dans ScenIC un indicateur du niveau d'activité des différents participants. Nous pensons pouvoir facilement y ajouter un compteur mesurant le temps écoulé depuis la dernière action de l'utilisateur sur son poste de travail, tel que celui qui existe déjà dans Teamwave Workplace (*cf.* page 35). Il reste néanmoins à évaluer l'intérêt d'un tel dispositif pour en vérifier l'efficacité et l'utilité.

D'autres dispositifs sont également à l'étude afin de capter des informations pertinentes sur l'implication des membres du groupe, sans que cela viennent perturber leur travail, et de synthétiser de façon graphique, ou sonore, les résultats obtenus.

## Actions

ScenIC est tenu informé du focus de chacun des participants de l'activité, c'est-à-dire de leur centre d'intérêt immédiat. Cette information est présentée par le module de rendu pour en instruire l'utilisateur.

Dans Spln, par exemple, le focus est employé pour animer chaque clone et lui faire tourner la tête vers l'objet correspondant. Dans Mondrian, cette indication est traduite en pourcentage d'activation des fenêtres publiques et représentée par un histogramme dans la miniature.

## Modifications et objets

Toutes les actions en vue de modifier un objet de l'activité (texte, image, objet 3-D, ...) concernent l'espace de production. Or, ScenIC ne gère pas cet espace. Seuls les multiples outils de production adjoints à Space dans le but de réaliser une tâche donnée apportent cette dimension. Les informations concernant les modifications doivent donc être prises en compte dans les outils eux-même, car seuls ces outils sont capables d'identifier la sémantique des actions des utilisateurs et d'en informer les autres à distance. ScenIC et le module de rendu se limitent ici à intégrer des éditeurs coopératifs, et autres collecticiels, pour manipuler les objets au sein de l'espace d'activité.

## Extensions

Tous les membres d'un groupe présents dans une même salle possèdent un point de vue presque identique sur l'espace d'activité partagé. Les seules différences notables découlent uniquement des rôles dont ScenIC tient compte pour composer l'interface.

Toutefois, nul ne sait précisément ce que les autres utilisateurs ont sous les yeux. Nous pourrions ajouter une nouvelle fonctionnalité à ScenIC afin qu'il puisse obtenir la description de la scène d'un autre utilisateur. Un usager pourrait alors prendre le point de vue de n'importe quel membre du groupe dans le but de l'aider ou de superviser son travail, par exemple.

Il faut, cependant, tenir compte des espaces privés de chacun afin que cet « espionnage » ne devienne pas trop intrusif. Une telle fonctionnalité ne devrait pas se généraliser mais, au contraire, être proposée uniquement si l'activité le nécessite (assistance, dépannage, travaux pratiques, ...) et seulement à certains rôles (tuteur, dépanneur, assistant de travaux pratiques, ...).

### Capacités et Zone d'influence

Les possibilités d'action des différents participants dans l'espace d'activité dépendent de la présence des outils, de leur disponibilité et des droits associés. Toutes ces caractéristiques sont étroitement liées à la nature des objets manipulés et, donc, à l'outil lui-même. ScenIC n'est pas à même d'apprécier et de rendre compte à distance des Capacités et des zones d'Influence des autres membres du groupe.

### Intentions et Attentes

Les Intentions et les Attentes sont totalement ignorés des EVC comme nous avons pu le voir dans le chapitre 2. Avec ScenIC, nous n'avons pas encore trouvé de solution simple à mettre en œuvre pour capter les informations relatives à ces enjeux et les présenter à l'utilisateur.

En présenciel, ces deux aspects font, la plupart du temps, seulement l'objet de discussions ou de négociations entre les membres du groupe. Il n'existe, alors, pas d'outil spécifique aux Intentions et aux Attentes, tout passe par les canaux de communication. Nous pourrions envisager un mode de fonctionnement identique dans les EVC, mais il serait pourtant souhaitable de trouver un support capable d'assister la répartition des tâches entre les participants et de garder une trace des décisions prises.

De cette évaluation critique de notre prototype vis-a-vis des enjeux de communication et de coordination, nous pouvons en déduire que nous possédons un début de réponse. ScenIC et Mondrian agissent comme une plateforme d'intégration d'outils de production et de communication pour le TCAO.

Ils facilitent la communications en permettant d'offrir au groupe les moyens d'échanges les plus appropriés à chaque tâche, tout en les fusionnant par l'interface. Ils favorisent, surtout, la coordination en observant les actions individuelles dans l'espace d'activité partagé et en présentant, de façon synthétique, ces informations au groupe.

Le prototype actuel n'est qu'une base de travail, toutes les propriétés n'étant pas encore satisfaites. Nous poursuivons notre démarche vers un plus grand support des enjeux des EVC et cherchons à étendre les fonctionnalités et l'assistance offerte par ScenIC et Mondrian pour le TCAO.

## 7.2 Évaluation du couple ScenIC – Mondrian

### 7.2.1 Présentation

Notre prototype actuel est constitué des deux agents ScenIC et Mondrian. Pour résumer leurs tâches respectives, ScenIC décrit un espace partagé intégrant tous les objets mis en œuvre dans une activité. À partir d'un scénario pré-établi, il pilote Mondrian pour composer une présentation visuelle de la scène en accord avec le rôle de l'utilisateur local et l'acte courant de l'activité. Mondrian modifie la taille et la position des fenêtres ouvertes sur le bureau de Windows™, d'après les directives de ScenIC, pour composer une mosaïque et mettre en évidence les objets les plus prégnants. Mondrian aide donc les utilisateurs à organiser leur espace de travail en hiérarchisant les objets de l'interface. Il fournit, en outre, des informations sur la conscience de groupe en indiquant qui est présent dans l'espace d'activité et ce sur quoi il travaille.

Pour vérifier que le couple ScenIC – Mondrian apporte une réelle assistance lors d'un travail en groupe, nous avons conduit une série d'évaluations de notre prototype auprès d'utilisateurs potentiels.

Pour cela, deux conditions expérimentales ont été conçues. Dans la première, les utilisateurs sont placés dans le mode *Libre*, c'est-à-dire que Mondrian ne compose pas de mosaïque avec les fenêtres présentes sur le bureau. Les fenêtres peuvent, par conséquent, être librement redimensionnées et déplacées sur le bureau comme c'est l'habitude avec Windows™. Mondrian continue, par contre, à fournir une indication graphique sur le focus du groupe. Dans la seconde condition, les utilisateurs sont placés dans le mode *Contraint* pour lequel Mondrian contrôle automatiquement la taille et la position des fenêtres afin de composer une mosaïque.

La première condition (mode libre) permettra d'évaluer le nombre de déplacements, de redimensionnements, d'ouvertures, de fermetures et d'activations des fenêtres ainsi que la proportion de temps passé pour agencer manuellement son espace de travail. La seconde condition (mode contraint) permettra de mesurer le gain de temps éventuel dans la réalisation de la tâche et d'étudier les réactions des utilisateurs face à un tel système de fenêtrage.

### 7.2.2 Expérimentation

#### Sujets

Les utilisateurs choisis pour cette expérience se sont portés volontaires et n'ont pas été rémunérés. Ils ont été recrutés sur la base de leur compétences dans l'utilisation de l'interface utilisateur Windows™. Il s'agit, pour la plupart d'étudiants en informatique ou de secrétaires qui utilisent quotidiennement cet environnement de travail. Leurs connaissances ont été vérifiées, au préalable, lors d'un entretien.

Les sujets sont associés par trois, au hasard, afin de former des groupes. Il a été constitué ainsi quatre groupe de trois personnes, soit au total douze personnes. Nous avons alors pu observer, pour chacune des deux conditions expérimentales (mode contraint et mode libre), deux groupes (six personnes). Les groupes, ainsi constitués, sont répartis aléatoirement dans les deux conditions pré-citées.

## Matériel

Pendant toute la durée de l'expérience, chacun des sujets dispose d'une station de travail sous Windows™ NT, des applications et des documents nécessaires pour réaliser la tâche demandée. Lors du lancement de l'évaluation, tous les outils sont chargés en mémoire et icônisés.

Côté applications, on trouve un browser web pour consulter de la documentation en ligne (réseau et disque-dur), une application de courrier électronique pour s'échanger des messages et des documents, un traitement de texte pour rédiger le travail demandé, Mondrian et son mode d'emploi résumé. Côté documents, on trouve différents paragraphes et images extraits d'un cours de photographie, ainsi qu'une consigne décrivant la tâche à réaliser.

## Procédure

Les trois sujets sont répartis dans des pièces distinctes d'un même bâtiment et installés devant un poste de travail. Les participants ne peuvent donc, ni se voir, ni s'entendre. L'expérimentateur présente brièvement à chacun le but de la tâche, choisit la condition d'expérimentation (*Libre* ou *Contraint*) et démarre l'évaluation. Chaque sujet se retrouve alors face à la consigne en plein-écran (cf. figure 7.1).

Les sujets sont invités à lire intégralement cette consigne, ainsi que le mode d'emploi de Mondrian avant de commencer le travail proprement dit.

Ils doivent réaliser, en 1h30, un plan détaillé d'un cours de photographie destiné à un public de néophytes. Ce cours doit viser à l'acquisition, ou à l'amélioration, de compétences en prise de vue. Pour cela, ils disposent d'extraits de textes et d'images issus d'un cours existant. Cependant, chaque sujet possède des informations distinctes des deux autres. En outre, deux des sujets ont à leur disposition un appareil photo alors que le troisième possède l'URL d'un site proposant une encyclopédie sur le thème.

Après avoir pris connaissance des documents en leur possession, les sujets doivent utiliser le courrier électronique pour faire le point, répartir le travail entre-eux et s'échanger des documents. Chacun peut, ensuite, rédiger une partie du plan détaillé et le soumettre aux autres. À la fin du temps imparti, un des sujets doit regrouper l'ensemble des contributions pour constituer le document final.

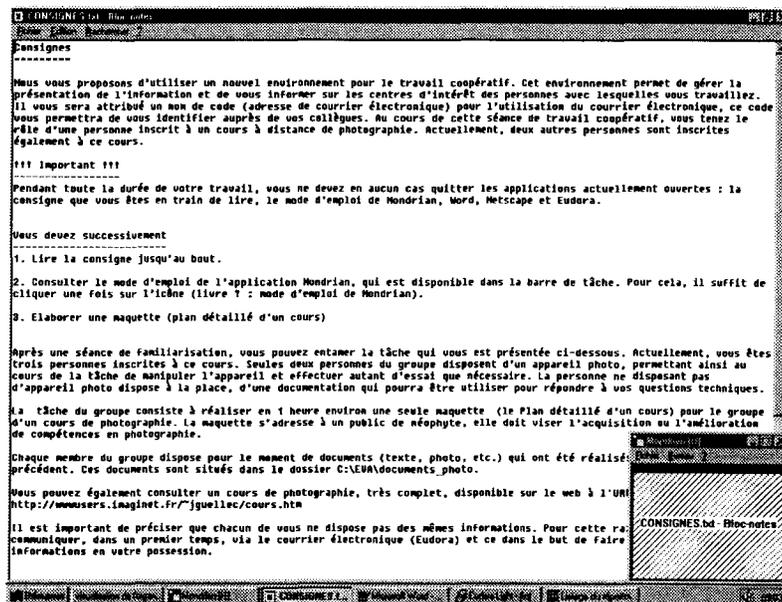


FIG. 7.1 – L'écran de chaque sujet au début d'une évaluation ne présente que la consigne et Mondrian.

Pendant toute la durée de l'expérience, Mondrian archive et date toute les actions des utilisateurs, sur l'agencement des fenêtres du bureau, dans un fichier texte. Ces informations, captées à l'insu des sujets, seront employées pour identifier les manipulations sur l'interface et traitées pour en extraire des résultats quantifiés.

Chaque sujet ayant accepté d'être filmé, une caméra vidéo est, également, employée pour enregistrer les écrans afin de récupérer des informations complémentaires sur le déroulement de l'activité.

Tous ces enregistrements (fichiers texte et vidéo) sont conservés de manière anonyme : aucun lien entre les mesures archivées et l'identité des sujets n'est retenu.

À la fin de l'expérience, chaque sujet reçoit un questionnaire dans lequel il doit répondre à quelques questions sur les spécificités de l'environnement employé et y consigner ses remarques ou propositions éventuelles. Ce questionnaire anonyme sera dépouillé, conjointement aux enregistrements, pour enrichir l'analyse des résultats.

### 7.2.3 Résultats et discussion

*Suite à une pénurie de cobaye, les évaluations n'ont réellement commencé que mi-septembre et se poursuit encore. L'analyse des premiers résultats est toutefois en cours. Une analyse plus complète, ainsi que la discussion, seront réalisées en octobre et ajoutées à la version finale de la thèse.*

## **7.3 Conclusion**

# Chapitre 8

## Conclusion et perspectives

*« We shape our dwellings, and  
afterward our dwellings shape us. »*

Winston CHURCHILL  
(1874–1965)



DANS CETTE THÈSE , nous avons présenté les travaux de l'équipe NOCE concernant le projet de recherche Space. Ce projet consistait à définir et à développer une Interface Homme-Machine (IHM) pour le Travail Coopératif Assisté par Ordinateur (TCAO) capable de composer une scène visuelle et sonore intégrant tous les éléments prenant part à l'activité dans le but de fournir un contexte de travail idoine aux participants.

Pour débiter ce mémoire, nous avons exposé les principaux concepts qui se rattachent au projet tels que l'IHM, le TCAO et les Environnements Virtuels Collaboratifs, ou EVC, dans lesquels s'inscrit notre interface (*cf.* § 1.1). Après ce rapide état de l'art, nous avons identifié les enjeux que doivent supporter les EVC en matière de communication et de coordination (*cf.* § 1.2).

Nous avons, ensuite, présenté une taxinomie des EVC selon cinq classes d'applications et utilisé les enjeux précités pour évaluer la qualité du support de la communication et de la coordination pour quelques applications représentatives (*cf.* chapitre 2).

Ayant constaté que les EVC actuels ne supportent que partiellement ces enjeux, nous avons alors cherché à mieux comprendre le rôle joué par l'espace dans la collaboration afin d'essayer de prendre en compte les dimensions perceptives et cognitives qui s'y rattachent (*cf.* chapitre 3).

En préambule à la réalisation de notre prototype d'interface, nous avons examiné les caractéristiques spécifiques d'une IHM pour le TCAO (*cf.* § 4.1). Nous avons, également, cité les fondements théoriques à partir desquels nous voulions échafauder notre proposition (*cf.* § 4.2).

Après avoir décrit l'architecture multi-agents préexistante (*cf.* § 4.3), nous avons introduit deux nouveaux agents complémentaires qui collaborent pour concrétiser notre EVC.

Nous avons conçu un premier agent, dénommé ScenIC, qui modélise la composition visuelle et sonore de l'interface utilisateur pour tenir compte des

contraintes propres au TCAO, comme la phase de l'activité ou le rôle de l'utilisateur local. Nous avons imaginé cet agent comme un metteur en scène qui connaît l'ensemble des objets à présenter (studio, acteurs et accessoires), qui détient les indications scéniques concernant leur placement ou leur présence et qui assure la réalisation en pilotant le module de rendu conformément au scénario (*cf.* chapitre 5).

Parallèlement à ScenIC, nous avons développé un second agent, appelé **Mondrian**, qui lui sert de module de rendu. Mondrian supervise l'agencement des fenêtres ouvertes sur le bureau : il les dispose en mosaïque et leur attribue plus ou moins de surface d'écran selon les indications de ScenIC (*cf.* chapitre 6). Mondrian fournit également des renseignements sur l'activité du groupe.

Pour tenter de valider notre travail, nous sommes revenu sur les différents enjeux énoncés dans le chapitre 1 pour voir comment notre prototype les supportait. Nous avons également mené une campagne d'évaluations sur le couple ScenIC+Mondrian pour apprécier son acceptation et son assistance dans une activité collaborative. Les premiers résultats montrent... [*fonction des résultats à venir*].

## Perspectives

Nous disposons, avec ScenIC et Mondrian, des premiers éléments d'un système de composition spatio-temporel efficace des IHM pour le TCAO. Notre objectif initial est donc atteint. Nous travaillons désormais, d'une part, à intégrer ces agents dans le *Campus Virtuel* et, d'autre part, à enrichir les fonctionnalités de notre prototype.

Comme nous l'avons déjà signalé, le laboratoire Trigone s'est intéressé au domaine du TCAO pour rechercher et développer de nouveaux outils capables de faciliter et d'améliorer la qualité de l'enseignement à distance. Le projet européen Co-Learn, par exemple, a permis de construire un environnement d'Enseignement Collaboratif Assisté par Ordinateur (ECAO) réellement utilisable et utilisé dans plusieurs établissements du CUEEP.

Aujourd'hui, nous collaborons avec la Télé Université du Québec (laboratoire LICEF) à la conception et à la mise en place d'un **Campus Virtuel** capable d'accueillir une grande variété d'apprentissages et d'organisations (DERYCKE et VIÉVILLE, 1997; DERYCKE et al., 1997). La plateforme logicielle du Campus Virtuel découle partiellement de Co-Learn, toutefois avec la généralisation des serveurs d'informations de type WWW nous nous sommes orientés vers l'utilisation d'un *browser web* comme outil de connection et d'interaction.

Il serait intéressant de faire bénéficier les usagers du Campus Virtuel des possibilités offertes par notre interface. Malheureusement, l'intégration de ScenIC dans cette nouvelle architecture client-serveur nécessite une refonte totale des mécanismes de communication, actuellement incompatibles avec ceux utilisés dans le Campus Virtuel. Cette étude devrait être entreprise dans les mois qui viennent.

Outre l'intégration de ScenIC et de Mondrian dans le Campus Virtuel, nous envisageons d'étendre les fonctionnalités de ces agents.

En étudiant le travail de Winfried GRAF (1997a) sur les *Intelligent Multimedia Presentation Systems* (IMMLM, cf. chapitre 4) et plus particulièrement sur leur décomposition fonctionnelle, nous avons découvert que ScenIC pouvait être représenté d'une façon similaire (cf. figure 8.1).

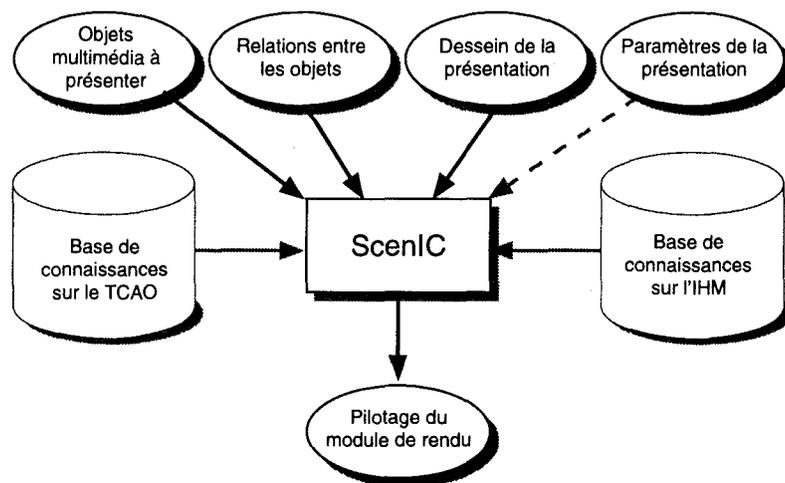


FIG. 8.1 – Décomposition fonctionnelle de ScenIC à la façon des IMMLM.

Dans cette décomposition fonctionnelle de ScenIC, nous retrouvons la liste des objets multimédia à présenter (description du studio, des acteurs et des accessoires), les relations éventuelles qui les lient (contraintes spatio-temporelles) et le dessin de la présentation (scénario). Les paramètres de présentation sont inconnus de ScenIC car, par définition, la modélisation de l'interface doit être indépendante du style de présentation. Ces paramètres se retrouvent donc dans le module de rendu associé.

Il manque donc deux composantes pour faire de ScenIC un véritable IMMLM : les deux bases de connaissances sur le TCAO et sur l'IHM. Nous envisageons d'y ajouter ces deux ensembles de règles, ainsi qu'un moteur d'inférence, pour pouvoir gérer plus finement la composition de l'interface par raisonnement sur des règles sociales, ergonomiques et esthétiques.

Nous pensons, également, à la possibilité d'utiliser la connaissance spatio-temporelle de ScenIC sur l'espace d'interaction pour inférer des informations supplémentaires sur l'activité qui se déroule. Les résultats obtenus par ce raisonnement pourraient être employés pour alimenter des indicateurs d'activités (ACKERMAN et STARR, 1996) chargés de synthétiser l'état courant et d'informer les participants.

Dans les systèmes de visio-conférence, il n'est pas possible de disposer simultanément de l'image et du son de tous les participants présents à la réunion

pour des raisons évidentes de ressources (écran, processeur et réseau). Une sélection doit donc s'opérer entre les différents flux disponibles. Cette sélection est, bien entendu, fonction des centres d'intérêts d'un individu et des tâches qu'il doit accomplir.

Nous proposons d'utiliser ScenIC pour automatiser cette sélection et négocier la *Qualité de Service* (QoS) auprès des différents émetteurs. La **QoS** permet de réserver une partie de la bande passante d'un réseau pour des applications spécifiques et permet, également, d'obtenir des garanties quant à la qualité de l'image reçue (résolution, taux de rafraîchissement, ...) (VOGEL et al., 1995; CAMPBELL et AURRECOECHEA, 1996).

Enfin, nous envisageons la conception d'un module de rendu de type *Room-Ware*. Cet agent de présentation ne se contentera plus de placer à l'écran les fenêtres ou les objets 3-D liés à l'activité collaborative, mais supervisera un ensemble de dispositifs audio-visuels placés dans un lieu dédié. Il s'agit d'une autre possibilité offerte par notre système pour cette fois composer un véritable espace de travail augmenté.

# Bibliographie

ACKERMAN M. S. et STARR B. (1996). « Social Activity Indicators for Groupware ». *IEEE Computer*, pages 37–42.

ALLEN J. F. (1983). « Maintaining Knowledge about Temporal Intervals ». *Communications of the ACM*, 26(11):832–843.

APPLE COMPUTER INC (1994). *Apple Guide Complete: Designing and Developing Onscreen Assistance*. Addison-Wesley.

BANKS W. W., GILMORE W. E., BLACKMAN H. S., et GERTMAN D. I. (1983). « Human Engineering Design Considerations for Cathode Ray Tube-Generated Displays ». Document NUREG (Contractor's reference: CR-3003/EGG-2230), U.S. Dept. of Energy, Idaho National Engineering Laboratory, Idaho Falls, Idaho,.

BANNON L. J. et SCHMIDT K. (1991). « CSCW: Four Characters in Search of a Context ». Dans *Studies in Computer Supported Cooperative Work*, pages 3–16. Bowers, J. M. and Benford, S. D.

BARME L. (1996). « *Le Son dans les Systèmes Informatiques pour le Travail Coopératif* ». Thèse de Doctorat Informatique, Université des Sciences et Technologies de Lille.

BASTIEN C. (1991). « Validation de critères ergonomiques pour l'évaluation d'interface utilisateurs ». Research Report 1427, INRIA, Rocquencourt.

BASTIEN C. et SCAPIN D. L. (1995). « Evaluating a User Interface with Ergonomic Criteria ». *International Journal of Human-Computer Interaction*, 7:105–121.

BEAUDOUIN-LAFON M. (1996). « Les habits neufs du travail en équipe ». *La Recherche*, 285:48–52.

BENFORD S., BROWN C., REYNARD G., et GREENHALGH C. (1996). « Shared Spaces: Transportation, Artificiality and Spatiality ». Dans *Proceedings of CSCW'96*, pages 77–86. ACM Press.

BENFORD S. et FAHLÉN L. E. (1993). « A Spatial Model of Interaction in Large Virtual Environments ». Dans *Proceedings of ECSCW'93*.

BENFORD S. et FAHLÉN L. E. (1994). « Viewpoints, Actionpoints and Spatial Frames for Collaborative User Interfaces ». Dans *Proceedings of HCI'94*, pages 409–423.

BENFORD S. et GREENHALGH C. (1997). « Staging a Public Poetry Performance in a Collaborative Virtual Environment ». Internal report, Department of Computing Science, University of Nottingham (UK).

BERNERS-LEE T., MASINTER L., et MCCAHILL M. (1994). « Uniform Resource Locators (URL) ». Request for Comments 1738, Network Working Group.

BLAU B., MOSCHELL J. M., et McDONALD B. (1994). « The DIS (Distributed Interactive Simulation) Protocols and their Application to Virtual Environments ». Master's thesis, Institute for Simulation and Training, Orlando.

BLY S., HARRISON S., et IRWIN S. (1993). « MediaSpaces: Video, Audio and Computing ». *Communications of the ACM*, 36(1):29–45.

BORDEGONI M., FACONTI G., FEINER S., MAYBURY M. T., RIST T., RUGGIERI S., TRAHANIAS P., et WILSON M. (1997). « A Standard Reference Model for Intelligent Multimedia Presentation Systems ». *Computer Standards & Interfaces*, 18:477–496.

BOYER D. et LUKACS M. (1994). « The Personal Presence System – A Wide Area Network Resource for the Real-Time Composition of Multipoint Multimedia Communications ». Dans *Proceedings of ACM Multimedia'94*, pages 453–460. ACM Press.

BRINCK T. et GOMEZ L. (1992). « A Collaborative Medium for the Support of Conversational Props ». Dans *Proceedings of CSCW'92*.

CALDWELL B., UANG S. T., et TAHA L. H. (1995). « Appropriateness of Communication Media Use in Organisation: Situation Requirements and Media Characteristics ». *Behaviour & Information Technology*, 14(4):199–207.

CAMPBELL A. et AURRECOECHEA C. L. (1996). « A Review of QoS Architectures ». Dans *Proceedings of 4th IFIP International Workshop on Quality of Service, IWQS'96*.

CARD S. K. et HENDERSON D. A. (1986). « Rooms: the use of Multiple Virtual Workspaces to Reduce Space Contention in a Window-based Graphical User Interface ». *ACM Transactions on Graphics*, 5(3):211–243.

CARD S. K., PAVEL M., et FARRELL J. E. (1984). « Window-Based Computer Dialogues ». Dans *Proceedings of INTERACT'84, First IFIP Conference on Human-Computer Interaction*, pages 355–359.

CARLIER P., TARBY J.-C., DERYCKE A., SAUGIS G., DUMAS C., et CHAILLOU C. (1997a). « SPACE, une nouvelle génération d'Interface Homme-Machine pour le TCAO ». Dans *Actes d'IHM'97 (Videos)*.

CARLIER P., TARBY J.-C., PLÉNACOSTE P., SAUGIS G., DUMAS C., et CHAILLOU C. (1997b). « SPACE, A New Generation of Human-Computer Interface for CSCW ». Dans *Proceedings of ECSCW'97 (Videos)*.

CARR K. et ENGLAND R. (1995). *Simulated and Virtual Realities: Elements of Perception*. Taylor & Francis Ltd, London.

COHEN E. S., BERNAM A. M., BIGGERS M. R., CAMARATTA J. C., et KELLY K. M. (1988). « Automatic Strategies in the Siemens RTL Tiled Window Manager ». Dans *Proceedings of the 2nd IEEE International Conference on Computer Workstations*, pages 111-119.

COHEN E. S., SMITH E. T., et IVERSON L. A. (1986). « Constraint-Based Tiled Windows ». *IEEE Computer Graphics and Applications*, 6(5).

CROISY P. (1995). « *Collecticiels temps-réel et apprentissage coopératif: des aspects sociaux et pédagogiques jusqu'au modèle multi-agent de l'interface de groupe* ». Thèse de Doctorat Informatique, Université des Sciences et Technologies de Lille.

CULLEN M. (1974). « Territoire et espace chez l'animal ». Dans *De l'espace corporel à l'espace écologique*. Presses Universitaires de France.

DANIELSEN T. (1989). « AAM - The AMIGO Activity Model ». Dans *Computer Based Group Communication Model. The AMIGO Activity Model*. Pankoke-Babatz, Uta.

DERYCKE A. (1997). « Sociologie, ethnologie, ...: les apports des sciences sociales aux IHM ». Dans *Support de cours de l'école d'été du CNRS sur l'Interaction Homme-Machine*.

DERYCKE A., HOOGSTOEL F., et VIÉVILLE C. (1997). « Campus Virtuel et apprentissages coopératifs ». Dans *Actes des 5ème journées sur les Environnements Interactifs d'Apprentissage avec Ordinateur (EIAO'97)*, pages 11-24. Hermes.

DERYCKE A., SMITH C., et HEMERY L. (1995). « Metaphors and Interactions in Virtual Environments for Open and Distance Education ». Dans *Proceedings of ED-MEDIA'95*. AACE Press.

DERYCKE A. et VIÉVILLE C. (1997). « Self Organised Group Activities Supported by Asynchronous Structured Conversations ». Dans *Proceeding of the IFIP conference on Virtual Campus*, pages 191-204. Chapman & Hall.

DÉMOULIN L. (1996). « La coopération en monde virtuel ». Mémoire de fin d'études, ENST, Paris.

DOURISH P., ADLER A., BELLOTTI V., et HENDERSON A. (1994). « Your Place or Mine? Learning from Long-Term Use of Video Communication ». Technical Report EPC-94-105, Xerox EuroPARC.

DOURISH P. et BELLOTTI V. (1992). « Portholes: Supporting Awareness in Distributed Work Groups ». Dans TURNER J. et KRAUT R., éditeurs, *Proceedings of CSCW'92*, pages 107–114. ACM Press.

ELLIS C. (1991). « Groupware: Some Issues and Experiences ». *Communications of the ACM*, 34(1) :38–58.

FITZPATRICK G., KAPLAN S. M., et MANSFIELD T. (1996a). « Physical Spaces, Virtual Places and Social Worlds: A Study of Work in the Virtual ». Dans *Proceedings of CSCW'96*, pages 334–343.

FITZPATRICK G., MANSFIELD T., et KAPLAN S. M. (1996b). « Locales Framework: Exploring Foundations for Collaborative Support ». Dans *Proceedings of OzCHI'96*, pages 34–41.

FITZPATRICK G., TOLONE W. J., et KAPLAN S. M. (1995). « Work, Locale and Distributed Social Worlds ». Dans *Proceedings of ECSCW'95*, pages 1–16.

FREED N. et BORENSTEIN N. (1996). « Multipurpose Internet Mail Extensions (MIME) Part Two: Media Types ». Request for Comments 2045, Network Working Group.

FUCHS L., PANKOKE-BABATZ U., et PRINZ W. (1995). « Supporting Cooperative Awareness with Local Event Mechanisms: The GroupDesk System ». Dans *Proceedings of ECSCW'95*, pages 247–262. Kluwer Academic Publishers.

GAVER W., MORAN T., MACLEAN A., LÖVSTRAND L., DOURISH P., CARTER K., et BUXTON W. (1992). « Realizing a Video Environment: Europe's RAVE System ». Dans *Proceedings of CHI'92*, pages 27–35. ACM Press.

GAVER W. W. (1991). « Technology Affordances ». Dans *Proceedings of CHI'91*, pages 79–84. ACM Press.

GAVER W. W. (1992). « The Affordances of Media Spaces for Collaboration ». Dans *Proceedings of CSCW'92*, pages 17–24. ACM Press.

GAVER W. W., SMETS G., et OVERBEEKE K. (1995). « A Virtual Window On Media Space ». Dans *Proceedings of CHI'95*, pages 257–264. ACM Press.

- 
- GIBBS S. J. et TSICHRITZIS D. C. (1994). *Multimedia Programming : Objects, Environments and Frameworks*. ACM Press.
- GIBSON J. J. (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*. Houghton Mifflin Company, Boston.
- GOFFMAN E. (1959). *The Presentation of Self in Everyday Life*. Penguin Books, New York.
- GRAF W. H. (1997a). « Intelligent Multimedia Layout : A Reference Architecture for the Constraint-Based Spatial Layout of Multimedia Presentations ». *Computer Standards & Interfaces*, 18 :515–524.
- GRAF W. H. (1997b). « LayLab from the Perspective of the IMMPS Standard ». *Computer Standards & Interfaces*, 18 :651–656.
- GREENHALGH C. (1996a). « Dynamic, Embodied Multicast Groups in MASSIVE-2 ». Technical Report NOTTCS-TR-96-8, Department of Computing Science, University of Nottingham (UK).
- GREENHALGH C. (1996b). « Spatial Scope and Multicast in Large Virtual Environments ». Technical Report NOTTCS-TR-96-7, Department of Computing Science, University of Nottingham (UK).
- GREENHALGH C. (1997). « Analysing Movement and World Transitions in Virtual Reality Tele-Conferencing ». Internal report, Department of Computing Science, University of Nottingham (UK).
- GREENHALGH C. et BENFORD S. (1995b). « MASSIVE : a Collaborative Virtual Environment for Tele-Conferencing ». *ACM Transactions on Computer Human Interfaces (TOCHI)*, 2(3) :239–261.
- GREENHALGH C. et BENFORD S. (1995a). « MASSIVE : a Distributed Virtual Reality System Incorporating Spatial Trading ». Dans *Proceedings of the 15th International Conference on Distributed Computing System (DCS'95)*, pages 27–34. IEEE Computer Society Press.
- GRUDIN J. (1988). « Why CSCW Applications Fail : Problems in the Design and Evaluation of Organizational Interfaces ». Dans *Proceedings of CSCW'88*, pages 85–93. ACM Press.
- GRUDIN J. (1989). « Why Groupware Applications Fail : Problems in Design and Evaluation ». *Office : Technology and People*, 4(3) :245–264.
- GRUDIN J. (1993). « The CSCW forum ». Dans *Proceedings of the 26th International Conference on System Sciences*, pages 51–58. IEEE Press.
- GUTWIN C., GREENBERG S., et ROSEMAN M. (1996a). « Workspace Awareness in Real-Time Distributed Groupware : Framework, Widget, and Evaluation ». Dans *Proceedings of HCI'96*.

GUTWIN C., ROSEMAN M., et GREENBERG S. (1996b). « A Usability Study of Awareness Widgets in a Shared Workspace Groupware System ». Dans *Proceedings of CSCW'96*, pages 258–267. ACM Press.

HALL E. T. (1971). *La dimension cachée*. éditions du Seuil.

HARRISON B. L., ISHII H., VICENTE K. J., et BUXTON W. A. S. (1995). « Transparent Layered User Interfaces: An Evaluation of a Display Design to Enhance Focused and Divided Attention ». Dans *Proceedings of CHI'95*, pages 317–324. ACM Press.

HARRISON S. et DOURISH P. (1996). « Re-Place-ing Space: The Roles of Place and Space in Collaborative Systems ». Dans *Proceedings of CSCW'96*, pages 67–76. ACM Press.

HEDIGER H. (1950). *Wild Animals in Captivity*. Butterworth & Compagny, London.

HEDIGER H. (1955). *Studies of the Psychology and Behavior of Captive Animals in Zoos and Circuses*. Butterworth & Compagny, London.

HEDIGER H. (1961). « The Evolution of Territorial Behavior ». Dans WASHBURN S. L., éditeur, *Social Life of Early Man*.

HOLDEN K. L. et O'NEAL M. R. (1992). « The Utility of Various Windowing Capabilities for Single-task and Multi-task Environments ». Dans *Proceedings of CHI'92*, page 52.

HOOGSTOEL F. (1995). « Une approche organisationnelle du travail coopératif assisté par ordinateur : application au projet Co-Learn ». Thèse de Doctorat Informatique, Université des Sciences et Technologies de Lille.

ISHII H. et KOBAYASHI M. (1992). « ClearBoard: a Seamless Medium for Shared Drawing and Conversation with Eye Contact ». Dans *Proceedings of CHI'92*, pages 525–532.

ISHII H., KOBAYASHI M., et GRUDIN J. (1993). « Integration of Interpersonal Space and Shared Workspace: ClearBoard Design and Experiments ». *ACM Transactions on Information Systems*, 11(4):349–375.

JOHANSEN R. (1988). *Groupware: Computer Support for Business Teams*. The Free Press.

JOHNSON-LENZ P. et JOHNSON-LENZ T. (1991). « Post-Mechanistic Groupware Primitives: rhythms, boundaries and containers ». Dans GREEBERG S., éditeur, *Computer-Supported Cooperative Work and Groupware*.

KAHN K. et CHARNOCK E. (1995). « How to prevent "Windowits" in your Graphical Interface? ». Dans *Proceedings of Silicon Valley Ergonomics Conference and Exposition (ErgoCon'95)*, pages 18–25.

- 
- KANDOGAN E. et SHNEIDERMAN B. (1996). « Elastic Windows: Improved Spatial Layout and Rapid Multiple Window Operations ». Dans *Proceedings of AVI'96*.
- KANDOGAN E. et SHNEIDERMAN B. (1997). « Elastic Windows: Evaluation of Multi-Window Operations ». Dans *Proceedings of CHI'97*.
- KARMOUCH A., LI L., et GEORGANAS N. D. (1994). « Multimedia teleorchestra with independant sources: Part 1 – temporal modeling of collaborative multimedia scenarios ». *Multimedia Systems*, 1:143–153.
- KARSENTY A. (1994). « *GroupDesign: un collecticiel synchrone pour l'édition partagée de documents* ». Thèse de Doctorat Informatique, Université de Paris XI Orsay.
- LAUREL B. (1990). « Interface Agents: Metaphors with Character ». Dans LAUREL B., éditeur, *The Art of Human-Computer Interface Design*, pages 355–365.
- LAUREL B. (1991). *Computers as Theatre*. Addison-Wesley.
- LIEBERMAN H. (1996). « Intelligent Graphics ». *Communication of the ACM*, 39(8).
- LINDSAY P. H. et NORMAN D. A. (1980). *Traitement de l'information et du comportement humain: une introduction à la psychologie*. Éditions Études Vivantes, Montréal.
- MACEDONIA M. et ZYDA M. (1997). « A Taxonomy for Networked Virtual Environments ». *IEEE Multimedia*, 4(1):48–56.
- MACEDONIA M. R., ZYDA M. J., PRATT D. R., BARHAM P. T., et ZESWITZ S. (1994). « NPSNET: A Network Software Architecture for Large Scale Virtual Environments ». *Presence*, 3(4):265–287.
- MACROMEDIA INC. (1996). *Manuel d'utilisation de Director 5*. 1<sup>re</sup> édition.
- MALONE T. W. (1983). « How Do People Organize their Desk? Implication for the Design of Office Automation Systems ». *ACM Transactions on Office Information System*, 1(1):99–112.
- MALONE T. W. et CROWSTON K. (1993). « The Interdisciplinary Study of Coordination ». *ACM Computing Surveys*, 26(1):87–119.
- MANDEVILLE J., FURNESS T., KAWAHATA M., CAMPBELL D., DANSET P., DAHL A., DAUNER J., DAVIDSON J., HOWELL J., KANDIE K., et SCHWARTZ P. (1995). « GreenSpace: Creating a Distributed Virtual Environment for Global Application ». Dans *Proceedings of the Networked Reality Workshop'95*. IEEE Computer Society Press.

- MANTEI M., BAECKER R. M., SELLEN A., BUXTON W., MILLIGAN T., et WELLMAN B. (1991). « Experiences in the use of a Media Space ». Dans *Proceedings of CHI'91*, pages 203–208.
- MANTOVANI G. (1996). « Social Context in HCI: a New Framework for Mental Models, Cooperation Communication ». *Cognitive Science*, 20:237–269.
- MARKUS L. et CONNOLLY T. (1990). « Why CSCW Applications Fail: Problem in the Adoption of Interdependant Work Tools ». Dans *Proceedings of CSCW'90*, pages 371–380.
- MAYBURY M., éditeur (1995). *Intelligent Multimedia Interfaces*. AAAI Press.
- MCDANIEL S. E. et BRINCK T. (1997). « Awareness in Collaborative Systems: a CHI'97 Workshop ». *SIGCHI Bulletin*, 29(4):68–71.
- MICROSOFT CORP. (1995). *Introduction à MicroSoft Windows 95*.
- MORNINGSTAR C. et FARMER F. R. (1991). « The Lessons of Lucasfilm's Habitat ». Dans *Cyberspace: first steps*, pages 273–302. The MIT Press.
- NARDI B. A. (1996). *Context and Consciousness. Activity Theory and Human-Computer Interaction*. The MIT Press.
- NASS C. S., TAUBER J., et ELLEN R. (1994). « Computers are Social Actors ». Dans *Proceedings of CHI'94*, pages 72–77. ACM Press.
- NIELSEN J. (1993). *Usability Engineering*. Academic Press, Inc.
- NORMAN D. (1988). *The Psychology of Everyday Things*. Basic Books Publishing.
- ORAVEC J. A. (1996). *Virtual Individuals, Virtual Groups*. Cambridge University Press, Cambridge.
- ORWELL G. (1950). *1984*. Gallimard.
- PEA R. D. (1993). « Practices of Distributed Intelligence and Designs for Education ». Dans SALOMON G., éditeur, *Distributed Cognition*. Cambridge University Press, New York.
- PLATON (1997). « La République ». Dans *Œuvres complètes*. La Pléiade, Gallimard.
- PRATT D. (1993). « A Software Architecture for the Construction and Management of Real-Time Virtual World ». Dissertation, Naval Postgraduate School.

- PULKKA A. (1995). « Spatial Culling of Interpersonnal Communication within Large-Scale Multi-User Virtual Environments ». Master of science, University of Washington.
- RABARDEL P., ROGALSKI J., SAMURÇAY R., SICOT D., et FOLCHER V. (1995). « Impact des Applications « groupware » sur l'auto-organisation de l'activité ». Rapport d'activité, Université de Paris 8, UFR de Psychologie, Pratiques Cliniques et Sociales.
- REUHLIN M. (1988). *Psychologie*. Presses Universitaires de France, 7 edition.
- RICHARD G. (1970). *Territoire et domaine vital*. Masson.
- RIST T., ANDRÉ E., et MÜLLER J. (1997a). « Adding Animated Presentation Agents to the Interface ». Dans *Proceedings of IUI'97*, pages 79–86. ACM Press.
- RIST T., FACONTI G., et WILSON M. (1997b). *Intelligent Multimedia Presentation Systems. Special Issue of the International Journal on the Development and Application of Standards for Computers*, volume 18. Elsevier.
- ROBESCH J. (1997). [http://www.regent.edu/acad/schcom/phd/com707/-def\\_com.html](http://www.regent.edu/acad/schcom/phd/com707/-def_com.html).
- RODDEN T. et BLAIR G. (1991). « CSCW and Distributed Systems: The Problem of Control ». Dans *Proceedings of the Second European Conference on Computer-Supported Cooperative Work (ECSCW'91)*, pages 49–64.
- ROSEMAN M. (1993). « Design of a Real-Time Groupware Toolkit ». Master of science, University of Calgary.
- ROSEMAN M. et GREENBERG S. (1992). « GroupKit: A Groupware Toolkit for Building Real-Time Conferencing Applications ». Dans *Proceedings of CSCW'92*.
- ROSEMAN M. et GREENBERG S. (1996a). « TeamRooms: Network Places for Collaboration ». Dans *Proceedings of CSCW'96*. ACM Press.
- ROSEMAN M. et GREENBERG S. (1996b). « A Tour of TeamRooms ». Dans *Technical video track of CSCW'96*.
- RUMBAUGH J., BLAHA M., EDDY F., PREMERLANI W., et LORENSEN W. (1995). *OMT: modélisation et conception orientées objet*. Masson et Prentice Hall.
- SALBER D. (1995). « De l'interaction homme-machine individuelle aux systèmes multi-utilisateurs: l'exemple de la communication homme-homme médiatisée ». Thèse de Doctorat Informatique, Université Joseph Fourier - Grenoble 1.

- SALBER D. et COUTAZ J. (1994a). « Fenêtres sur groupes : des MédiaSpaces pour collaborer et communiquer ». Dans *Actes des 3èmes Journées Internationales sur l'Interface des Mondes Réels et Virtuels*, pages 309–318.
- SALBER D. et COUTAZ J. (1994b). « Taxinomie des mécanismes de connexion pour la communication Homme-Machine-Homme ». Dans *Actes d'IHM'94*, pages 183–189.
- SASSE M., HANDLEY M., et ISMAIL N. (1994). « Copying with Complexity and Interference : Design Issues in Multimedia Conference Systems ». Dans ROSENBERG D. et HUTCHINSON C., éditeurs, *Design Issues in CSCW*, pages 179–195. Springer-Verlag.
- SAUGIS G. (1998). « *Interface 3D pour le travail coopératif synchrone, une proposition* ». Thèse de Doctorat Informatique, Université des Sciences et Technologies de Lille.
- SAUGIS G., DUMAS C., CHAILLOU C., et VIAUD M.-L. (1998). « A 3D Interface for Cooperative Work ». Dans *Proceedings of CVE'98*.
- SCAPIN D. L. (1986). « Guide ergonomique de conception des interfaces homme-ordinateur ». Research Report 77, INRIA, Rocquencourt.
- SCAPIN D. L. (1989). « Guidelines for User Interface Design : Knowledge Collection and Organization ». Technical Report ITHACA.INRIA.89.D12.03, INRIA, Rocquencourt.
- SCHRAGE M. (1990). *Shared Minds : The New Technologies of Collaboration*. Random House.
- SENACH B. (1990). « Evaluation ergonomique des interface homme-machine : une revue de la littérature ». Rapport de recherche 1180, INRIA.
- SHIH T. K. et CHANG A. Y. (1997). « Toward a Generic Spatial/Temporal Computation Model for Multimedia Presentations ». Dans *Proceedings of Multimedia Computing and Systems'97*, pages 228–235. IEEE Computer Society.
- SHNEIDERMAN B. (1992). *Designing the User Interface : Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. Addison Wesley, 2nd edition.
- SOHLENKAMP M. et CHWELOS G. (1994). « Integrating Communication, Cooperation and Awareness : The DIVA Virtual Office Environment ». Dans *Proceedings of CSCW'94*, pages 331–343. ACM Press.
- STRAUSS A. (1993). *Continual Permutations of Action*. Aldine de Gruyter, New York.

STREVELER D. J. et WASSERMAN A. I. (1984). « Quantitative Measures of the Spatial Properties of Screen Designs ». Dans *Proceedings of INTERACT'84*, pages 1125–1133.

STULTS R. (1986). « MediaSpace ». Rapport technique, Xerox PARC.

TEITELMAN W. (1984). « A Tour Throught CEDAR ». *IEEE Software*, 1(2):44–73.

VANDERDONCKT J. (1994). *Guide ergonomique des interfaces homme-machine*. Presses Universitaires de Namur.

VANDERDONCKT J. (1997). « Conception assistée de la présentation d'une interface homme-machine ergonomique pour une application de gestion hautement interactive ». Thèse de Docteur en Sciences Informatique, Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix de Namur (Belgique).

VENN J. (1880). « On the Diagrammatic and Mechanical Representation of Propositions and Reasonings ». *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 9:1–18.

VIAUD M.-L., SAULNIER A., et CHAUT P.-E. (1996). « Analysis/Synthesis System for Facial Animation ». *International Organisation for Standardisation ISO/IEC JTC1/SC29/WG11*.

VILERS P. (1992). « Étude d'un système de téléconférence en temps réel: application à un jeu de rôle en gestion de production ». Thèse de Doctorat Informatique, Université des Sciences et Technologies de Lille.

VOGEL A., KERHERVE B., VON BOCHMANN G., et GECSEI J. (1995). « Distributed Multimedia and QOS: A Survey ». *IEEE MultiMedia*, 2(2).

WAGNER A. et CAPUCCIATI M. (1996). « Demo or Die: User Interface as Marketing Theatre ». Dans *Proceedings of CHI'96*, pages 458–465. ACM Press.

ZOBEL R. W. (1995). « The Representation of Experience in Architectural Design ». *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 4(3):245–266.

