



**Université Joseph Fourier
U.F.R Informatique &
Mathématiques Appliquées**



**Institut National Polytechnique
de Grenoble
ENSIMAG**

I.M.A.G.

**DEA D'INFORMATIQUE :
SYSTEMES ET COMMUNICATIONS**

Projet présenté par :
Yann Laurillau

TECHNIQUES DE NAVIGATION COLLABORATIVE

Effectué au laboratoire :

CLIPS - IMAG
Communication Langagière et Interaction Personne-Système
Equipe Ingénierie de l'Interaction Homme-Machine (IIHM)

Date : 16 juin 1999
Jury : Didier Bert
Laurence Nigay
Brigitte Plateau
Franck Tarpin

REMERCIEMENTS

Je remercie Laurence Nigay, Jöelle Coutaz, ainsi que tous les membres de l'équipe IIHM du laboratoire CLIPS pour leur aide, leur soutien, et les rapports chaleureux que nous avons eu pendant cette période.

SOMMAIRE

Chapitre I : Introduction 5

I.	Sujet	6
II.	Motivations	7
	II.1 L'expansion permanente des espaces d'information	7
	II.2 Un besoin croissant de collaboration	8
III.	Contexte	10
	III.1 La navigation dans le cyberspace : une tâche complexe	10
	III.2 Quelles solutions ?	11
	III.3 Notre approche de travail : la navigation collaborative	11
IV.	L'organisation de ce rapport	12

Chapitre II : Les collecticiels 13

I.	Introduction	14
II.	Taxonomie des collecticiels	15
	II.1 L'espace-temps	15
	II.2 Le Clover Model	15
	II.3 Les grandes classes de systèmes	16
III.	Conception des collecticiels	17
	III.1 L'étude ethnographique	17
	III.2 Le Denver Model	18
	III.3 La conscience de groupe : awareness	20
IV.	Réalisation logicielle : deux modèles d'architecture	21
	IV.1 Modèle d'architecture générique	21
	IV.2 Le modèle d'architecture logicielle PAC*	22
	IV.2.1 Le modèle d'architecture PAC-Amodeus	22
	IV.2.2 Le modèle PAC*	24
V.	Synthèse	26

Chapitre III : La navigation mono-utilisateur 27

I.	Introduction	28
II.	Etude utilisateur de la navigation	29
	II.1 Techniques pour caractériser l'utilisateur	29
	II.2 Une modélisation des comportements types de navigation	29
III.	Tâches de navigation	31
IV.	Techniques d'interaction pour la navigation	32
	IV.1 Des techniques d'interaction	32
	IV.2 Les métaphores de navigation	33
	IV.2.1 Les métaphores de la spatialité	33
	IV.2.2 La multimodalité	35
V.	Synthèse	36

Chapitre IV : La navigation sociale 37

I.	Introduction	38
II.	L'émergence d'une collaboration	39
III.	La navigation sociale : définition	42
IV.	Les approches actuelles de la navigation sociale synchrone sur le WWW	44
	IV.1 Internet Foyer	44
	IV.2 CoBrow	45
	IV.3 GroupWeb	46
V.	Synthèse	47

Chapitre V : La navigation collaborative 49

I.	Introduction	50
II.	Etude ethnographique	52
	II.1 La recherche d'information dans une bibliothèque	52
	II.2 La coopération des membres d'un groupe en compétition	52
	II.3 Synthèse des résultats	53
III.	Quatre types de tâches de navigation collaborative	55
	III.1 Définitions	55
	III.2 Description des interactions par le Denver Model	56
IV.	Critères d'ergonomie	62
V.	Etude des tâches de navigation	66
	V.1 Analyse de la tâche	66
	V.1.1 Définition et méthode	66
	V.1.2 Notations	66
	V.2 Organisation des arbres de tâches suivant le Clover Model	67
	V.3 Description des tâches de navigation et des tâches communes	68
	V.3.1 Navigation relâchée	68
	V.3.2 Visite guidée	68
	V.3.3 Navigation coordonnée	69
	V.3.4 navigation planifiée/coopérative	69
	V.3.5 Organisation des tâches élémentaires	70
VI.	Conclusion	72
	VI.1 Respect des contraintes énoncées	72
	VI.2 Premiers éléments de contribution	73

Chapitre VI : Réalisation logicielle 75

I.	Introduction	76
II.	Spécifications Externes	77
	II.1 Introduction	77
	II.2 Connexion	77
	II.3 Fenêtre principale : CoVitesse	78
	II.3.1 Barre de menus	78
	II.3.2 L'espace d'information	79
	II.3.3 Le forum de discussion	79
	II.3.4 Les caddies	79
	II.4 Créer un groupe	80
	II.5 Joindre un groupe	80
	II.6 Quitter un groupe	80
	II.7 Accepter / Refuser un membre	80

II.8	Donner / Reprendre le contrôle de la navigation	81
II.9	Préférences de l'utilisateur et du groupe	81
II.10	Caddy de l'utilisateur et du groupe	81
II.11	Forum de discussion	81
II.12	Liste des groupes et utilisateurs	82
III.	Les solutions actuelles pour la conception de collecticiels sur le WWW	83
III.1	Le WWW : une bonne plateforme d'accueil pour élaborer des collecticiels	83
III.2	Les contraintes liées aux limitations du WWW	84
III.2.1	Le protocole HTTP (HyperText Transfer Protocol) et Le langage HTML (HyperText Markup Language)	84
III.2.2	Les scripts d'exécution CGI (Common Gateway Interface)	84
III.3	Les approches actuelles	85
III.3.1	BSCW shared Workspace System	85
III.3.2	Artefact	87
III.3.3	Web-Collaboration Banking Kiosk	88
IV.	Architecture logicielle	89
IV.1	Notre Modèle client-serveur	89
IV.1.1	Architecture globale du système	89
IV.1.2	Architecture du serveur	90
IV.2	Architecture du client	91
IV.2.1	Vue générale	91
IV.2.2	Forum de discussion	92
IV.2.3	Résultats collectés	92
IV.2.4	Actions mono-utilisateur	92
IV.2.5	Actions collaboratives pour mon groupe	93
V.	Réalisation	94
V.1	Protocole réseau	94
V.2	Agents PAC en Java	95
VI.	Conclusion	96

Chapitre VII : Conclusion **97**

I.	Conclusion	98
I.1	Contribution	98
I.2	Perspectives	100
I.2.1	Extensions	100
I.2.2	Perspectives à long terme	100

Annexe A : Publication **101**

Annexe B : Arbres de tâches **104**

Annexe C : Spécifications Externes : copies d'écran **112**

Annexe D : Architecture détaillée **118**

Annexe E : Classes Java d'agents PAC **122**

- II. La classe " Control " 123
- III. La classe " Presentation " 125
- IV. La classe " Abstraction " 127

Références bibliographiques **128**

Chapitre I : Introduction

I. Sujet

Les récentes avancées des technologies de l'information ouvrent de nouvelles perspectives. Ainsi la surmultiplication des moyens de communication est une conséquence directe du succès de la téléphonie mobile et de la démocratisation de l'accès aux réseaux informatiques. En particulier, les autoroutes de l'information permettent une diffusion instantanée et ubiquitaire d'une grande quantité d'information.

Face à ce déploiement technologique, il convient cependant de s'interroger sur la qualité de l'information et de sa maîtrise intellectuelle. Dans ce contexte, le problème n'est plus tant l'accès à l'information mais la capacité de sélection, à partir des représentations perçues, d'une information qui fasse sens et qui réponde au besoin. La quantité d'information disponible évolue exponentiellement et devient donc de plus en plus difficile à contrôler.

Dans ce contexte, notre sujet d'étude concerne les techniques d'interaction coopératives pour l'exploration de grands espaces d'information. De nouveaux types de tâches émergent et les techniques d'interaction à concevoir doivent être conformes aux situations et protocoles d'interaction entre utilisateurs. Le premier objectif de l'étude proposée vise à définir et caractériser les nouvelles tâches coopératives de navigation dans un espace d'information, en vue d'une exploration efficace par rapport aux buts du groupe et de chaque utilisateur du groupe. Le second objectif complémentaire consiste à élaborer une méthode de conception de systèmes coopératifs qui inclut une approche systématique de décomposition et d'affinement des tâches coopératives multi-utilisateurs et mono-utilisateur.

Dans le paragraphe suivant, nous introduisons plus précisément les raisons motivant cette étude, ainsi que le contexte dans lequel elle s'inscrit. Enfin nous présenterons l'organisation de ce rapport.

II. Motivations

II.1 L'expansion permanente des espaces d'information

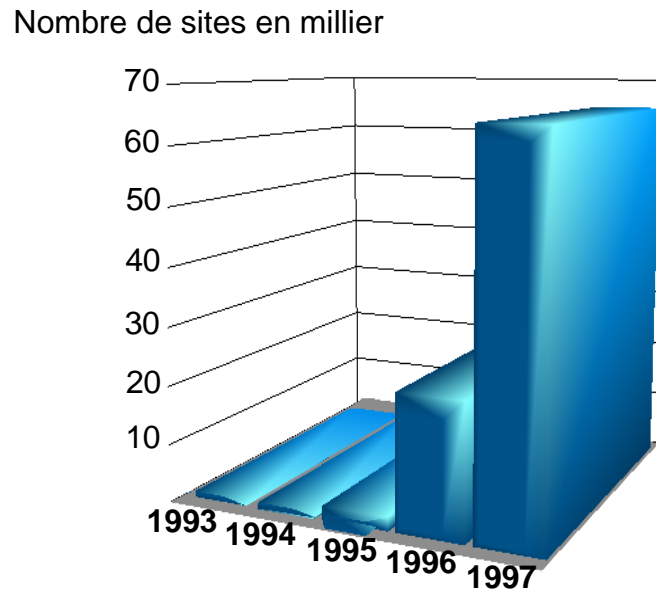


Figure 1 : Evolution du nombre de sites hypertextes dans le monde [Mottor 1997].

Depuis toujours, l'individu a eu accès à un grand nombre de sources d'information :

- Les médias usuels, tels que la presse "papier", la radio, la télévision par voie hertzienne ou satellite.
- Les sources habituelles disponibles via les réseaux informatiques, telles que les forums de discussion (*newsgroup*), le courrier électronique (*e-mail*), et surtout le *World Wide Web* (WWW), dont la Figure 1 montre son évolution.

A cause d'une évolution technologique incessante, ces médias subissent des mutations pour se transformer et se présenter avec des formes beaucoup plus interactives. La télévision est un des premiers media à avoir subi cette mutation, de part sa forte présence dans la majorité des foyers. Ainsi dans le cas de la télévision interactive, le téléspectateur doit alors faire face à une nouvelle situation qui nécessite une participation active de sa part pour réaliser sa propre grille de programme. Tout comme la recherche d'information, il doit formuler et formaliser ses besoins : "que choisir comme type d'émission ?", "sur quel thème ?", "quel genre ?" et "qu'est-ce qui peut m'intéresser ?". Ce téléspectateur doit alors flâner à travers les milliers de programmes disponibles pour en choisir, tout comme on cherche un livre sans avoir d'idée précise.

De plus, cette évolution technologique génère de nouveaux services, et de nouveaux espaces d'information, qui font régulièrement leur apparition, tels que :

- le commerce électronique (*e-business*) qui ouvre l'accès à de nouvelles sources (par exemple, des catalogues de produits),

- les bases de données « privées », autrefois restreintes à une utilisation très localisée telles que la base de documents d'une bibliothèque.

Cette expansion, liée à l'augmentation des capacités des réseaux et à un élargissement de l'accès au plus grand nombre, suscite le besoin des utilisateurs à se rencontrer, à interagir entre eux, c'est-à-dire un besoin de collaborer.

II.2 Un besoin croissant de collaboration

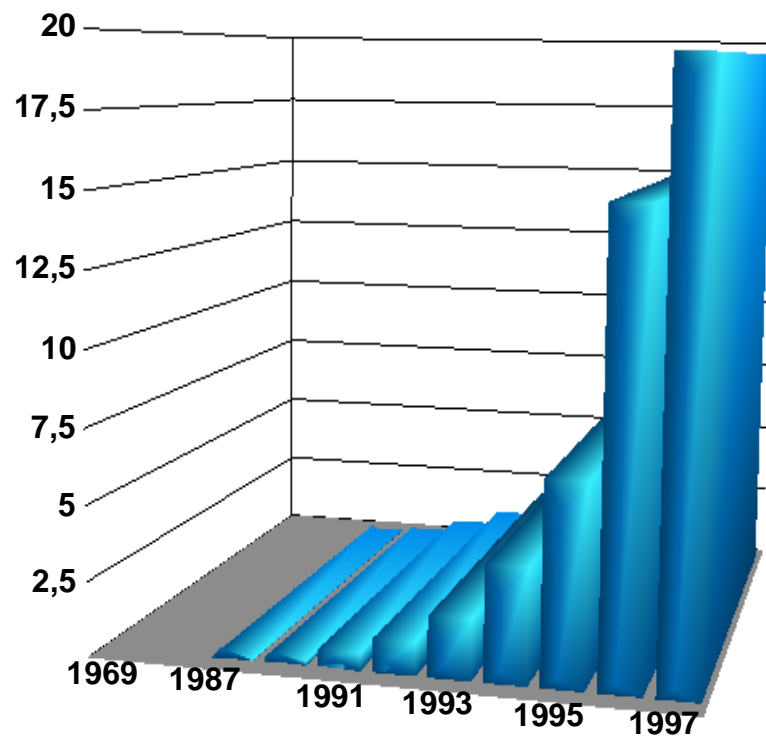
Au quotidien, nous agissons de manière collaborative quelque soit l'activité exercée. Nous faisons appel, de manière formelle ou informelle, à un collègue ou à un expert du domaine pour obtenir un renseignement, un conseil ou une aide. Par exemple :

- au travail, à un collègue compétent dans un domaine,
- pendant les séances de « brainstorming » ou les réunions pour confronter des idées et produire un document,
- dans la rue, en demandant son chemin,
- dans une bibliothèque, à un/une bibliothécaire pour nous conseiller sur un livre.

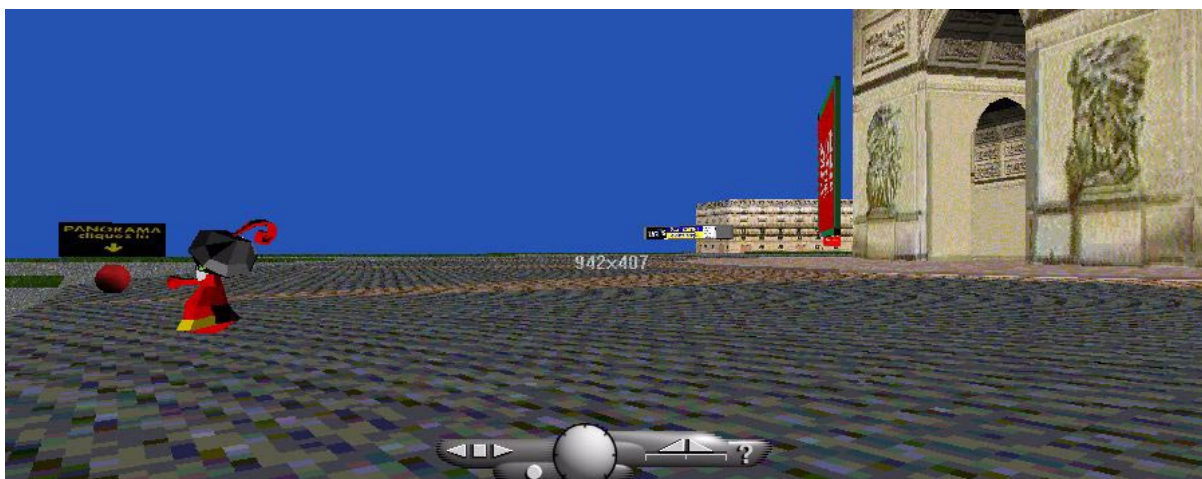
D'autre part, le nombre croissant d'utilisateurs interconnectés, comme le montre la Figure 2, suscite le besoin de pouvoir créer des groupes d'intérêt pour communiquer, se divertir ou bien travailler ensemble. Ceci s'illustre par l'apparition de nouveaux moyens pour interagir avec d'autres individus, tels que :

- Les jeux en réseau : c'est par le biais de ce type de logiciels que les systèmes coopératifs ont fait leur apparition dans le domaine grand public. La majorité de ces jeux se déroulent dans des mondes virtuels (par exemple, le célèbre jeu DOOM [IDSoftware 1999]) dans lesquels les utilisateurs peuvent se déplacer et interagir avec leurs coéquipiers ou adversaires. Ils dérivent des jeux en mode textuels du type MUD (*Multi-User Dungeon*).
- Les systèmes de vidéoconférence.
- Les lieux de discussion (*chat room*) en mode texte tel que le système IRC (*Internet Relay Chat*) [IRC 1999], ou en mode graphique amélioré tel le système Palace [Palace 1999].

Nombre d'ordinateurs connectés en millions

*Figure 2* : Nombre d'ordinateurs interconnectés [Mottor 1997].

- Les mondes virtuels, qui présentent des mondes réalisés en trois dimensions, qui peuvent se décliner dans une représentation abstraite de l'espace tels que VR-VIBE [Churchill 1997] ou dans une forme imitant le monde réel tel que le deuxième monde de la chaîne Canal+ [Canal+ 1999], dont on peut voir une copie d'écran à la Figure 3.

*Figure 3* : Le deuxième monde [Canal+ 1999].

III. Contexte

III.1 La navigation dans le cyberspace : une tâche complexe

Le WWW est un grand espace d'information très riche mais qui est difficile à appréhender de par sa réorganisation dynamique et de par son manque de structuration. Concklin [Concklin 1987] et McAleese [McAleese 1989] ont observé que :

1. L'utilisateur est perdu dans le cyberspace ("*lost in hyperspace*").
2. Il est difficile d'avoir une vue globale de l'espace.
3. Même en ayant une idée précise de l'information que l'on cherche, l'utilisateur a d'énormes difficultés pour la trouver [Choo 1998].

Ainsi Cockburn [Cockburn 1997] a identifié trois niveaux de problèmes rendant la tâche de navigation sur le WWW complexe :

- Les incohérences des navigateurs (*browsers*) : la gestion de l'historique est la source principale des erreurs de navigation. De plus cette gestion est différente d'un navigateur à l'autre. Toutefois, sur les deux principaux navigateurs, le système de gestion de l'historique est une pile dont on modifie le contenu lorsque l'on utilise les boutons "arrière" et "avant" (*back* et *forward*). Comme le montre la Figure 4 (a), le pointeur est situé en haut de la pile, pointant sur l'URL 5. Si on actionne trois fois le bouton "arrière", le pointeur est alors placé sur l'URL 2 (voir Figure 4 (b)). Dès que l'on accède à une nouvelle URL, l'URL 6 dans la Figure 4 (c), les URL 3, 4 et 5 sont alors définitivement perdues.

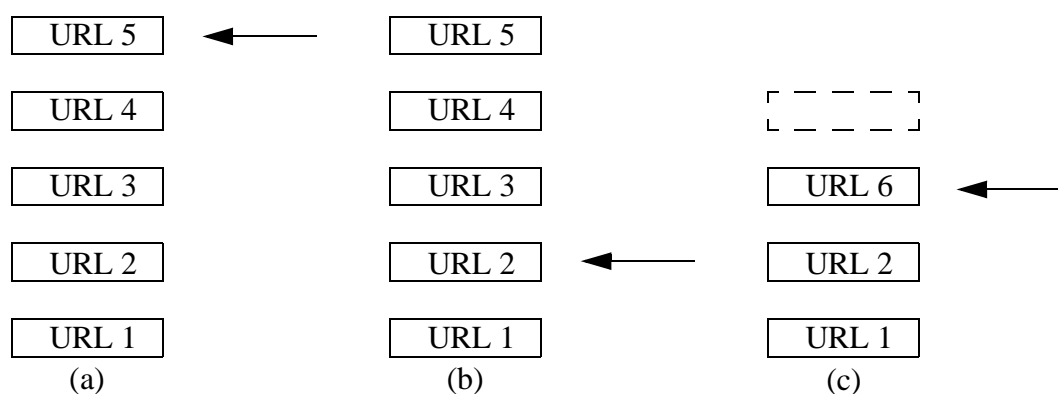


Figure 4 : Pile de gestion de l'historique.

- Les erreurs de conception des sites et des pages hypertextes : cela se traduit par un manque de structuration et d'organisation entre pages (absence de liens, ou liens pointant nulle part) ou par une conception de pages qui ne respecte pas les règles d'ergonomie.

- Les faiblesses du langage HTML (*HyperText Markup Language*). Par exemple, ce langage ne fournit pas les outils pour écrire des formules mathématiques.

III.2 Quelles solutions ?

Pour résoudre ces problèmes de navigation, plusieurs solutions sont envisageables telles que :

- rendre plus pertinent l'état interne du système de navigation,
- ajouter un système d'aide à la navigation,
- développer des outils d'aide à la conception et à la structuration de sites et de pages hypertextes,
- améliorer et offrir un langage plus complet,
- améliorer les moteurs de recherche.

Notre approche consiste à favoriser la navigation collaborative.

III.3 Notre approche de travail : la navigation collaborative

Nous proposons d'étudier l'approche collaborative de la navigation comme alternative à toutes les solutions proposées. Cependant nous n'écartons pas les autres approches. Au contraire, nous proposons une combinaison des ces différentes techniques pour rendre l'exploration de l'espace la plus efficace possible.

Notre approche de travail s'articule suivant les points suivants :

1. étudier le comportement de groupes d'utilisateurs en phase de recherche d'information pour définir les interactions entre membres du groupe ou entre groupes,
2. étudier les concepts de navigation et définir de nouvelles tâches,
3. proposer et évaluer un modèle de structuration des tâches pour la réalisation de systèmes coopératifs, en s'appuyant sur des modèles existants tels que le *Denver Model* [Salvador 1996].

Nous avons structuré notre rapport selon ces étapes de travail. Le paragraphe suivant présente l'organisation du rapport.

IV. L'organisation de ce rapport

L'objet de notre étude est la navigation collaborative. Aussi, dans le chapitre deux, nous présentons les collecticiels (ou systèmes multi-utilisateurs) en suivant les différentes étapes de conception selon un cycle de vie en V classique, de Génie Logiciel. Le chapitre s'articule ainsi en trois grandes parties, la première présentant une taxonomie des collecticiels ou synergiciels, ainsi qu'une liste exhaustive des classes de systèmes, pour situer dans laquelle se situe la navigation collaborative. La deuxième partie s'intéresse plus particulièrement aux modèles et méthodes pour analyser et formaliser les besoins. Enfin la dernière partie est dédiée aux aspects plus techniques de la réalisation des collecticiels en présentant des modèles d'architecture logicielle d'implémentation.

Pour étudier la navigation sociale et collaborative, il est nécessaire d'étudier la tâche de navigation mono-utilisateur, par l'analyse des besoins de l'utilisateur en phase d'exploration et de recherche dans un grand espace d'information. Dans le troisième chapitre, nous présentons un ensemble de tâches élémentaires de navigation, ainsi que des techniques d'interaction. Cette partie est importante pour comprendre les compromis réalisés entre tâche mono-utilisateur et tâches de navigation en groupe.

La navigation sociale est étudiée dans le chapitre quatre, en prenant le WWW comme domaine d'application. La première partie montre la collaboration émergente, pour aboutir à la définition de la navigation sociale à partir des différentes approches actuelles. La seconde partie présente trois systèmes correspondant chacun à une approche différente pour rendre possible la navigation sociale synchrone.

Le chapitre cinq est consacré à l'étude de la navigation collaborative en présentant la démarche suivie : dans la première partie dédiée à l'étude ethnographique d'un groupe en phase de recherche d'information, il a été possible de dégager plusieurs comportements types formalisés par différents critères issus du *Denver Model*. La deuxième partie, suite à une présentation des critères d'ergonomie appliqués à ce type de systèmes collaboratifs, est dédiée à l'étude de la tâche de navigation collaborative organisée suivant les espaces du *Clover Model*.

Le sixième chapitre présente l'implémentation de ces tâches de navigation au sein de notre réalisation logicielle du système CoVitesse, en décrivant l'architecture logicielle adoptée, ainsi que des aspects d'implémentation.

Dans la conclusion générale, chapitre sept, nous présentons une synthèse de cette étude, en soulignant les contributions apportées, ainsi que les perspectives et futurs développements envisagés.

Chapitre II : Les collecticiels

I. Introduction

Actuellement, la grande majorité des systèmes sont orientés et limités à une interaction mono-utilisateur. Le besoin d'interagir avec d'autres est de plus en plus fort dû à de nombreux facteurs, tels que :

- une évolution rapide des capacités des réseaux et une baisse de leurs coûts.
- l'essor des technologies objets, qui, à travers CORBA [OMG 1999] par exemple, offrent une plate-forme pour faciliter le partage de l'information et l'interopérabilité des systèmes.

Ainsi de nombreux systèmes orientés interaction multi-utilisateurs, tels que la visio-conférence, font chaque jour leur apparition. De plus en plus de chercheurs s'intéressent à ce domaine, dont il reste encore de nombreux aspects à découvrir, que l'on désigne par le terme CSCW (*Computer-Supported Cooperative Work*). Les systèmes élaborés sont les collecticiels (*groupware*) ou synergiciels.

Pour présenter ce domaine et la mise en oeuvre de collecticiels, ce chapitre est organisé en trois parties. La première s'attache à définir et à donner les grandes classes de collecticiels, les deux autres sont organisées suivant les principales étapes de conception d'un cycle classique en V de Génie Logiciel, comme le montre la Figure 5.

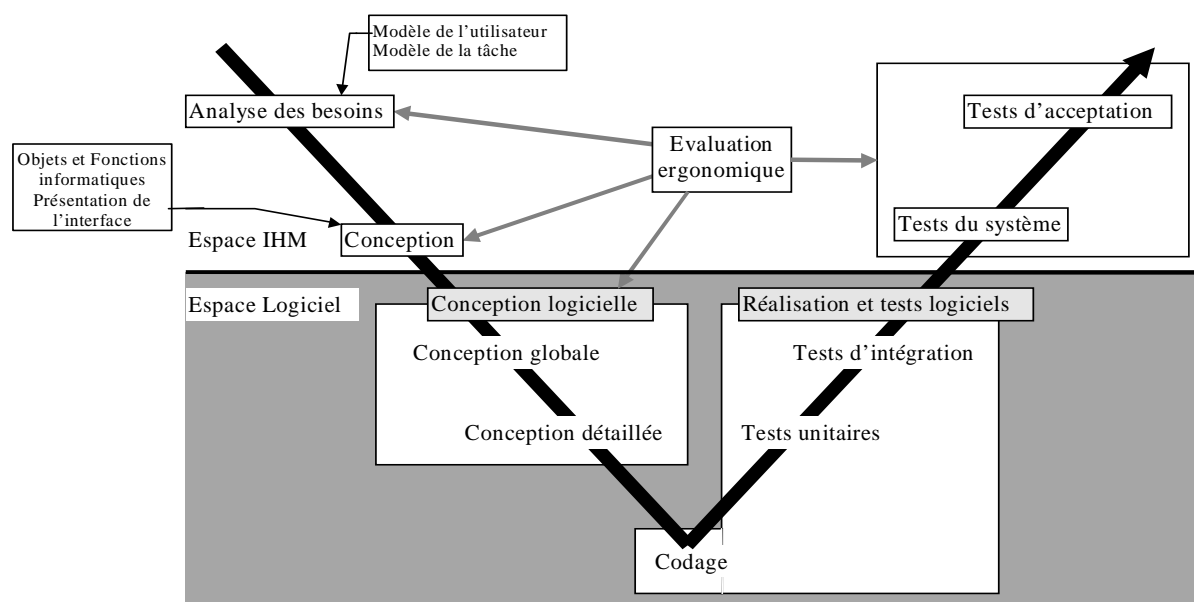


Figure 5 : Cycle de vie en V de Génie Logiciel.

Ainsi la deuxième partie s'intéresse à la définition et à la modélisation des besoins. La troisième partie est dédiée à la réalisation logicielle en présentant un ensemble d'architectures.

Cependant ce chapitre ne présente pas toutes les méthodes et modèles de conception car il n'a pas vocation à être un état de l'art complet sur les collecticiels. Notre objectif est ici d'exposer les méthodes et modèles que nous avons utilisés dans la conception et réalisation de systèmes de navigation collaborative.

II. Taxonomie des collecticiels

II.1 L'espace-temps

Les collecticiels peuvent être classés de différentes façons. Ainsi une classification peut être réalisée en fonction du "où" et "quand" une action est exécutée par un des utilisateurs. Il s'agit de la classification la plus largement adoptée, nommée "espace-temps".

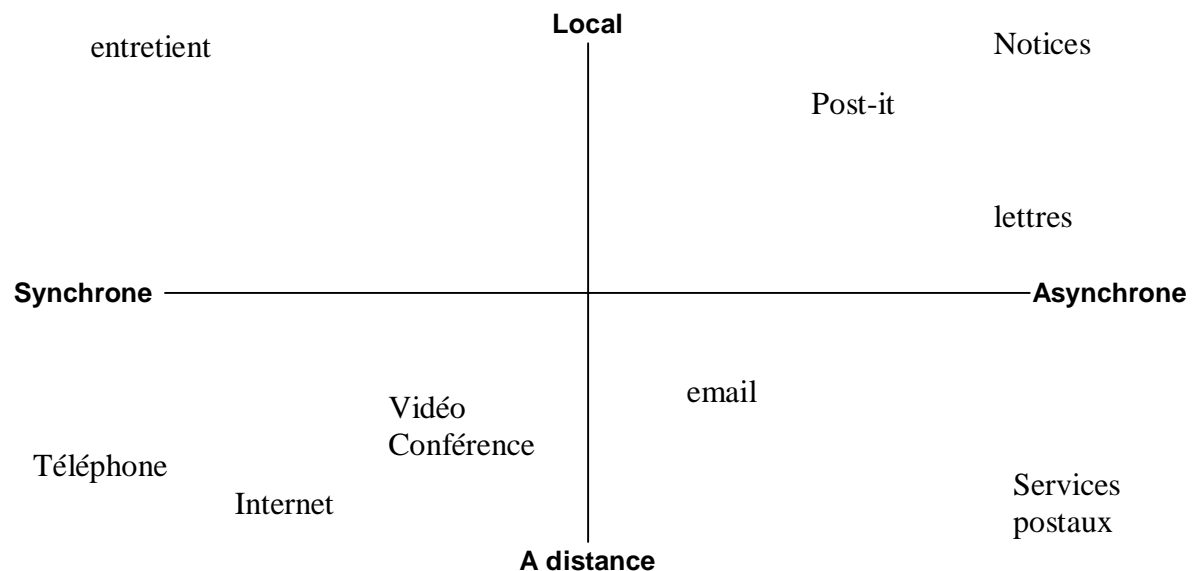


Figure 6 : La répartition de certains collecticiels, dans la classification espace-temps.

La classification "espace-temps" [Salber 1995] contient deux axes caractérisant l'usage du système : le premier axe "espace" considère la distance spatiale entre les utilisateurs ("Local-A distance") et le deuxième axe "temps" considère la distance temporelle entre les utilisateurs ("Synchrone-Asynchrone"). A la Figure 6, nous montrons comment classer différents types de collecticiels dans la classification "espace-temps".

II.2 Le Clover Model

De la façon la plus immédiate, nous pouvons définir un système collecticiel comme un système interactif pouvant être utilisé par plusieurs utilisateurs [Salber 1995]. Il faut cependant ajouter à cette définition la notion d'interaction entre les utilisateurs : un collecticiel doit favoriser les échanges entre utilisateurs. Ces interactions sont influencées ou régies par l'activité des autres utilisateurs, mais aussi par les messages échangés et par la production de cette activité. Ainsi, comme le montre la Figure 7, un collecticiel couvre trois espaces : la production, la coordination et la communication.

Ce modèle constitue le modèle conceptuel de base, appelé trèfle des collecticiels [Salber 1995] :

- L'espace de production désigne les objets qui résultent d'une activité de groupe.

- L'espace de coordination englobe les acteurs, les activités et les tâches, ainsi que les relations entre les acteurs et les activités.
- L'espace de communication offre aux acteurs du collecticiel la possibilité d'échanger de l'information. On parle ici de communication homme-homme médiatisé [Salber 1995].

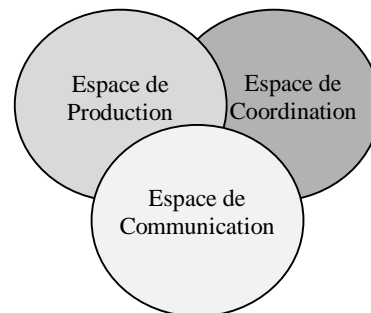


Figure 7 : Le trèfle des collecticiels.

L'espace de production offre une vue statique du collecticiel, l'espace de coordination en définit la dynamique.

II.3 Les grandes classes de systèmes

En reprenant l'étude sur les collecticiels de Twidale [Twidale 1998], nous exposons ici les classes de collecticiels les plus répandues selon leurs domaines d'application :

- Les éditeurs partagés sont des systèmes utiles à la coécriture de documents avec gestion des différentes versions. Toutefois ce genre d'outils est très problématique, car il est difficile de gérer des tâches concurrentes telles que le "défaire" et "refaire" (*redo* et *undo*). Par exemple, le système *StorySpace* permet à des utilisateurs l'écriture sur différentes parties du texte simultanément [Eastgate 1999].
- Les éditeurs de dessin tels que le *shared whiteboard*, sont différents des éditeurs partagés en terme de tâches, mais est fortement similaire dans leur conception. I. Ishii [Ishii 1994] a proposé un système permettant à différents utilisateurs à distance de travailler sur le même dessin.
- La conférence multi-utilisateur, telle que la visio-conférence, permet de rassembler des personnes physiquement distantes dans le but de faire une réunion. Par extension, nous intégrons les forums de discussion (*chat room*) et autres collecticiels de communication médiatisée collaborative. Le système NetMeeting est un des plus connus [Microsoft 1999].
- Les systèmes de workflow [Bowers 1995] sont des systèmes de gestion de processus industriels qui intègrent les différents étapes de conception dans le but d'optimiser la parallélisation du travail. Cela va de l'écriture du cahier des charges à la conception industrielle du produit.

III. Conception des collecticiels

III.1 L'étude ethnographique

Tout comme la psychologie cognitive, qui a une place importante dans le domaine de l'Interaction Homme-Machine (IHM), la sociologie, et plus particulièrement l'ethnographie, est une composante importante dans le domaine de la recherche sur les systèmes collaboratifs. Les systèmes coopératifs sont conçus autour de l'activité de groupe. Ainsi l'ethnographie permet, par l'étude des tâches accomplies, du comportement des participants à la tâche, et de l'environnement, de comprendre le fonctionnement complexe de l'action réalisée.

Contrairement à l'étude d'un seul utilisateur (psychologie cognitive), l'étude du fonctionnement d'un groupe est plus complexe car elle doit intégrer le comportement de chaque utilisateur ainsi que l'interaction entre utilisateurs. Cela est d'autant plus dur que le nombre d'utilisateurs varie au cours du temps et qu'il n'y a, a priori, aucune limitation de ce nombre. D'autre part, plus un groupe est important, plus la coordination interne devient complexe. Plusieurs approches sont possibles pour étudier un groupe : dans le paragraphe suivant, nous considérons une approche qui consiste à assimiler le groupe à une forme d'organisation.

L'ethnographe, lorsqu'il participe à la conception de collecticiels, doit étudier un ensemble de tâches ou plus concrètement les pratiques réalisées au sein d'un groupe [Van Der Veer 1996]. Le travail principal consiste d'abord à analyser l'interaction dont il doit noter tous les phénomènes les plus significatifs, puis à les analyser. La deuxième phase consiste alors à collecter les informations sur les activités de chaque individu du groupe. L'étude ethnographique se doit de décrire :

- le cadre de l'interaction (la localisation, le statut, etc.),
- les règles régissant l'organisation du groupe (rendre compte de la hiérarchie, de la répartition des rôles, des protocoles de communication, etc.),
- les rencontres informelles,
- les évènements inattendus qui modifient la nature de l'interaction au sein de ce groupe.

Une fois cette étude menée sur le groupe, il convient de modéliser les interactions et les concepts manipulés au cours de ces interactions.

III.2 Le Denver Model

Le *Denver Model* [Salvador 1996] est une méthode d'analyse des besoins pour les applications où la notion de groupe est un facteur dominant. Cette méthode décompose la conception et la réalisation des applications collecticiels selon trois sous-modèles, schématisée à la Figure 8. Les trois modèles sont :

- Exigences (*requirements*) : les spécifications d'une application collaborative, définies aussi bien au niveau de la programmation que de la description de l'application.
- Conception (*design*) : la conception et l'esthétisme d'une application collaborative.

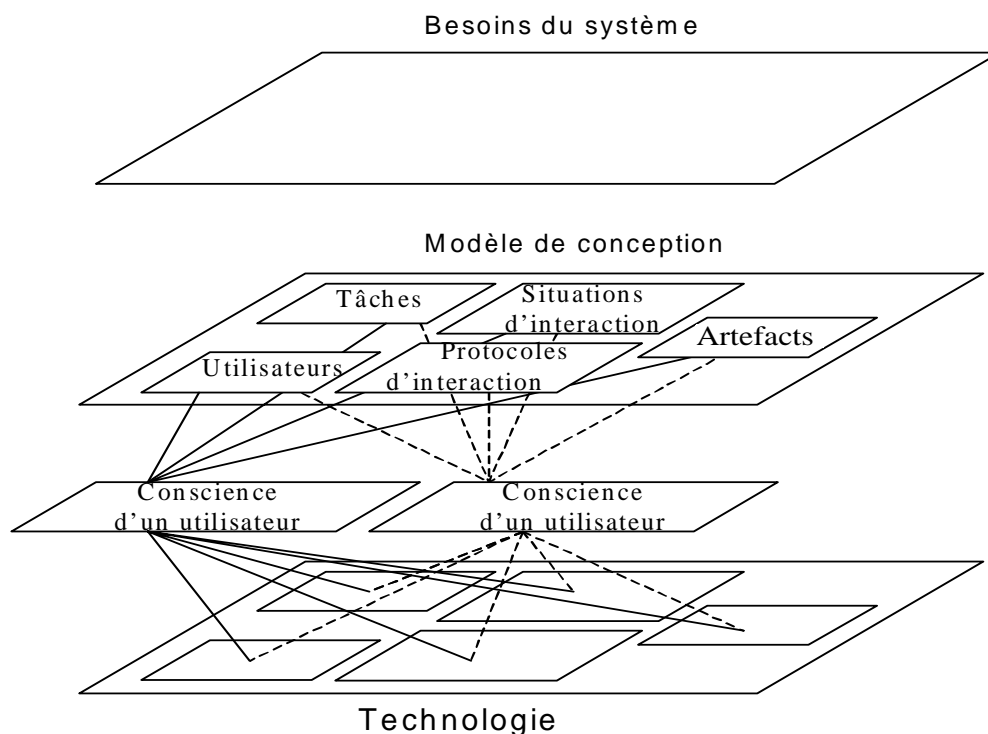


Figure 8 : schématisation du *Denver Model*.

- Technologie (*technology*) : les technologies disponibles pour développer le logiciel.

Le sous-modèle le plus détaillé est le modèle de conception (*design*). Ce sous-modèle spécifie le cadre de travail d'un collecticiel, tout en le différenciant d'une application mono-utilisateur. Ce sous-modèle identifie cinq caractéristiques :

- Les Personnes (people)
 Cette caractéristique inclut les attributs définissant les personnes : leur nom, leur adresse, etc.
 Dans le cas de la navigation collaborative, les utilisateurs sont en contact qu'avec les autres utilisateurs qui ont les mêmes centres d'intérêts pour un sujet précis. Les groupes formés sont caractérisés par :
 - une certaine homogénéité, de par le but commun,

- de possibles problèmes de compréhension liés à l'utilisation d'un langage technique (comme par exemple une discussion entre un chercheur de microbiologie et une spécialiste de l'analyse numérique) ou liés à des problèmes de langue (incompréhension entre un anglophone et un germanophone),
 - la taille d'un groupe qui est a priori quelconque,
 - la possibilité d'avoir le statut particulier de chef de groupe.
- Artefacts (Artifacts)
 Cette caractéristique englobe tous les objets produits ou consommés pendant les interactions. Il y a cinq types d'artefact :
 - le texte,
 - les sons,
 - les images dynamiques,
 - les images statiques,
 - les éléments informatiques.
 - Tâches et Activités (Tasks and Activities)
 Les tâches et activités sont divisées en quatre niveaux :
 - les buts,
 - les scénarios (ou les tâches),
 - les activités,
 - les opérations.

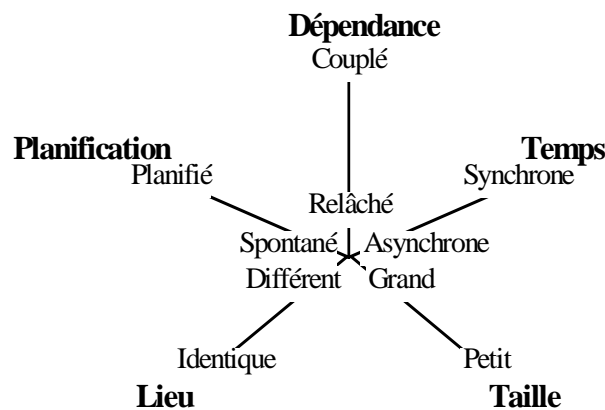
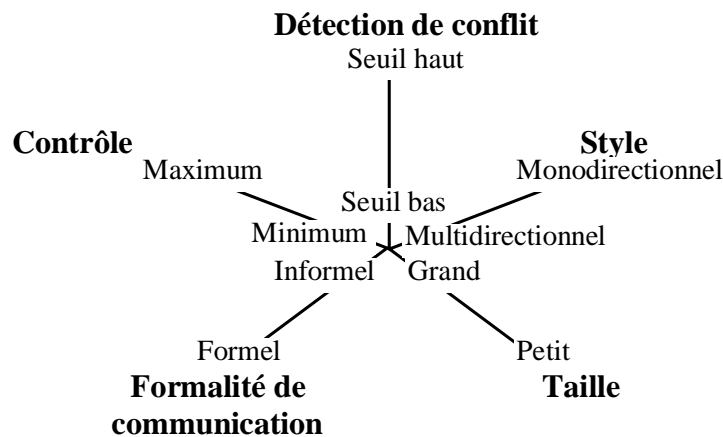


Figure 9 : Les cinq axes caractérisant la situation d'interaction.

- Situations d'interactions (Interactive situations)
 Les situations d'interactions sont définies par les relations entre le temps, l'espace et les participants avec eux-mêmes. Les participants peuvent être dans un petit ou dans un grand groupe, être proches ou loin, avoir des interactions spontanées ou au contraire prévues, être dépendants d'un autre participant dans la progression de leurs travaux ou ne pas l'être. Enfin ils peuvent être en interactions synchrones (temps réel) ou asynchrones. Nous représentons ces cinq caractéristiques sur le diagramme de la Figure 9.

Figure 10 : Les cinq axes caractérisant le protocole d'interaction.



- *Protocoles des interactions humaines (Intercative social protocols)*
De tels modèles de protocoles sont analogues aux catégories des situations d'interaction ci-dessus. Un protocole social se réfère aux séquences possibles d'échange de signaux et d'informations qui déterminent et identifient les discussions. Ceci inclut le concept d'hétérogénéité qui lui se réfère à la malléabilité des structures et des fonctions d'un groupe. On retrouve ici cinq catégories : la taille du groupe, les formalismes de communication, le contrôle des outils de navigation, la détection et la prise en compte des idées échangées (*contention detection and resolution*) et l'organisation de la navigation. La Figure 10 présente les axes qui caractérisent un protocole.

Le *Denver Model* introduit la notion de conscience de l'environnement ou de conscience de groupe (*Awareness*). La conscience de groupe est la projection des cinq catégories du plan représentant la conception (*Design*) sur le plan représentant la technologie. La conscience de groupe constitue la frontière entre la phase de conception et la phase de choix des technologies.

III.3 La conscience de groupe : awareness

Lorsque l'on réalise une activité en groupe, par un exemple un sport tel que le basket, nous avons toujours un œil sur ce que font les autres membres du groupe pour agir et réagir en fonction des tâches réalisées (et de leurs résultats). Le groupe est efficace, en se basant encore sur la métaphore sportive, que s'il existe un esprit d'équipe qui s'appuie sur la conscience de groupe.

Ce retour d'information, utile pour la réalisation d'une tâche de groupe, crée néanmoins de nombreux problèmes tels que la protection de l'espace privé. Par exemple, les *MediaSpace* sont une classe de collecticiels où la notion de groupe est primordiale. Leur but est de réduire la "distance psychologique" des individus séparés physiquement à différentes échelles (même bureau, même bâtiment, même ville, etc.), et appartenant à la même communauté, au même groupe. Le système a été conçu pour induire et conserver l'esprit du groupe. Pour tenter de résoudre les problèmes de respect de l'espace privé, en particulier liés à la présence de caméras (syndrome "Big Brother" du livre 1984 de Georges Orwell), J. Coutaz [Coutaz 1997] propose ainsi un ensemble de filtres de l'image vidéo pour rendre compte de l'activité, tout en préservant l'intimité des utilisateurs.

IV. Réalisation logicielle : deux modèles d'architecture

Dans cette partie nous présentons deux modèles d'architecture, pour montrer les différentes approches : le premier à titre d'exemple, le second que nous employons pour concevoir le système CoVitesse.

IV.1 Modèle d'architecture générique

Dans tout cycle de vie de conception d'un logiciel, il est nécessaire d'élaborer une architecture logicielle du système à développer. Les modèles d'architecture classique ([Coutaz 1987] et [Coutaz 1992]) ne sont pas adaptés à la construction de collecticiels. En effet, ils ne prennent pas en compte la dimension multi-utilisateur. Le modèle d'architecture général de [Dewan 1995] (generic multi-user architecture) repose sur une structuration en couches qui se décompose en deux catégories, comme schématisé à la Figure 11 :

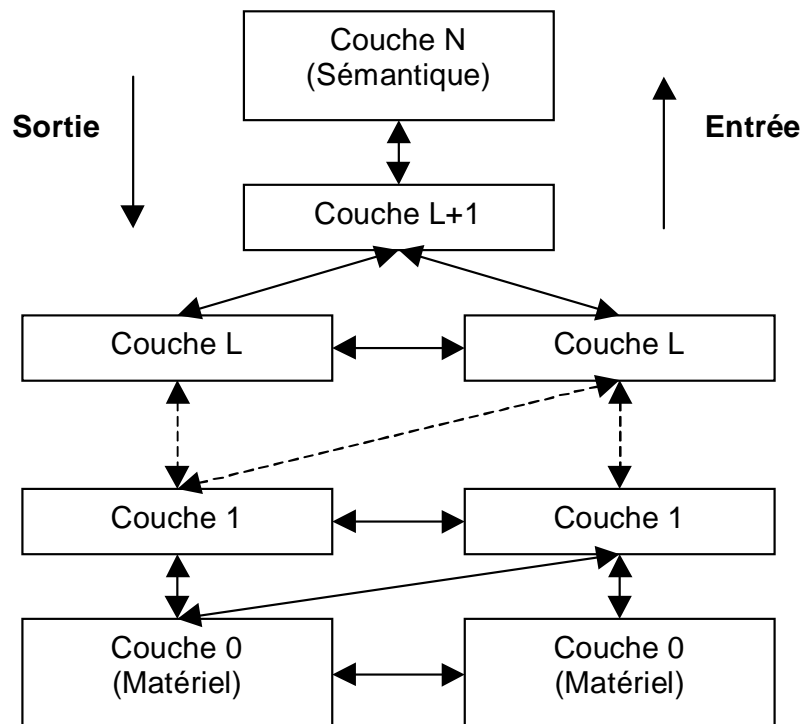


Figure 11 : Modèle d'architecture multi-utilisateur générique [Dewan 1995].

- Les couches les plus hautes sont les couches communes entre tous les utilisateurs (de N à L+1) et ne sont pas répliquées. La couche N représente la sémantique des objets, c'est-à-dire les concepts du domaine.
- Les couches de L à 0 (couche matérielle) sont au contraire répliquées sur chaque plate-forme et indépendantes les unes des autres.

Chaque couche communique entre elle par l'envoi d'évènements, les évènements pouvant être postés de manière asynchrone ou synchrone. On distingue deux types d'évènements : l'évènement d'interaction et l'évènement de collaboration. Les flèches

horizontales, dans la Figure 11, explicite la communication entre les couches de même niveau. Cependant cette communication peut être étendue entre couches de différents niveaux. L'architecture complète se présente alors avec plusieurs branches qui peuvent être instanciées par des processus indépendants.

IV.2 Le modèle d'architecture logicielle PAC*

Ce paragraphe présente l'architecture PAC*, une extension du PAC que nous décrivons dans le paragraphe suivant.

IV.2.1 Le modèle d'architecture PAC-Amodeus

Le modèle PAC (Présentation Abstraction Contrôleur) [Coutaz 1987] est un modèle multi-agent pour la conception logicielle des systèmes interactifs. Il repose sur deux principes directeurs : le concept d'agents réactifs à facettes (système de traitement de l'information) et l'organisation hiérarchique de ces agents. Un agent PAC est constitué de trois facettes présentées à la Figure 12 :

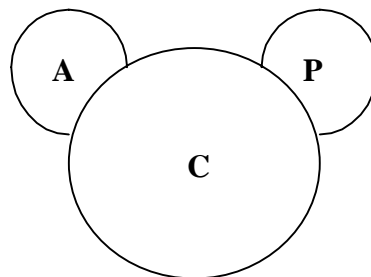


Figure 12 : Un agent PAC, avec son abstraction (A), sa présentation (P) et le contrôleur de dialogue (C).

- La facette A, Abstraction, définit la compétence propre de l'agent, indépendamment de toute représentation.
- La facette P, Présentation, définit le comportement de l'agent pour l'utilisateur, Cette facette gère à la fois les communications de l'utilisateur vers l'agent et celles de l'agent vers l'utilisateur
- La facette C, Contrôle, a deux rôles : exprimer les dépendances et assurer la traduction de formalisme entre les facettes A et P. Cette facette gère aussi la communication avec l'environnement de l'agent, c'est-à-dire d'autres agents PAC.

Le modèle Arch est un affinement du modèle de Seeheim. Il distingue cinq composants organisés sous forme d'une arche : un noyau fonctionnel, un adaptateur de domaine, un contrôleur de dialogue, un composant technique de présentation et un composant d'interaction de bas niveau présentés à la Figure 13 :

- Le noyau fonctionnel implémente les concepts du domaine.
- Le composant Interaction est en contact direct avec l'utilisateur.

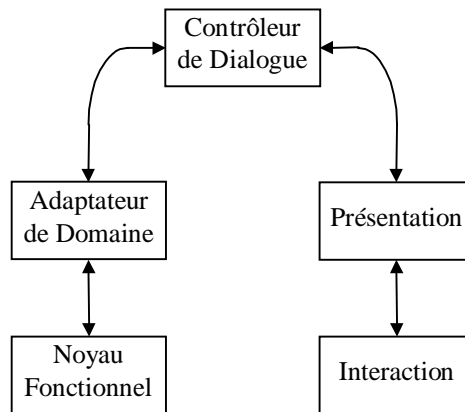


Figure 13 : Le modèle Arch.

- Le contrôleur de dialogue est la clé de voûte de l'arche : il gère l'enchaînement des tâches et assure le lien entre les composants présentation et adaptateur de domaine.
- L'adaptateur de domaine permet d'ajuster les différences de modélisation des objets conceptuels entre les deux composants qui l'entourent.
- Le composant présentation permet de définir une boîte à outils virtuelle qui est concrétisée par le composant interaction.

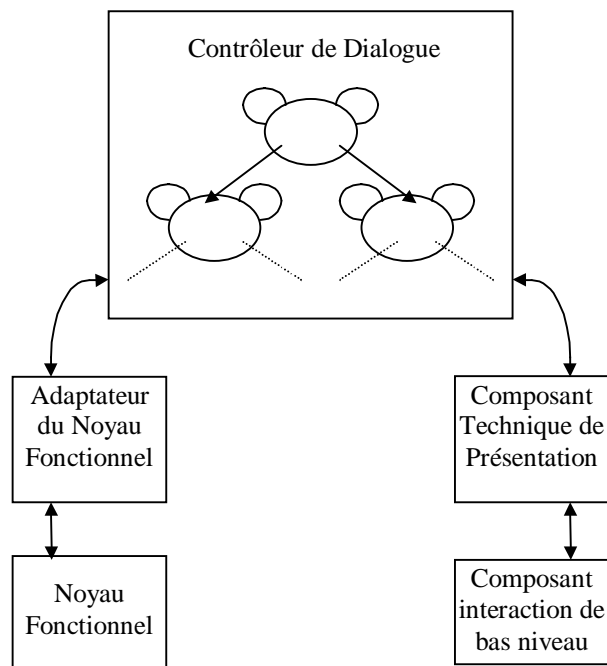


Figure 14 : Le modèle PAC-Amodeus.

Dans le modèle PAC-Amodeus [Coutaz 1992], le contrôleur de dialogue d'Arch est organisé en une hiérarchie d'agents PAC (Figure 14) :

- La facette A de chaque agent est en relation avec un objet du domaine situé dans l'adaptateur fonctionnel.

- La facette P de chaque agent pointe sur un objet de présentation dans le composant technique de présentation.

L'intérêt d'une telle architecture est :

- Une structuration logique du code : c'est une architecture qui force le programmeur à suivre un schéma détaillé. Le code produit est alors plus lisible et plus compréhensible par toute personne connaissant le principe de l'architecture PAC-Amodeus.
- La modularité globale : il y a une séparation nette et précise entre le noyau fonctionnel et la présentation externe de l'application. En effet, il existe des barrières d'abstraction entre le noyau fonctionnel, le contrôleur de dialogue et les outils graphiques utilisés
- La modularité du contrôleur de dialogue : chaque agent est un module, par ailleurs on retrouve des adaptateurs spécifiques à chaque présentation. Ainsi le Contrôleur de dialogue ne dépend pas des outils graphiques utilisés.
- La modifiabilité globale : grâce à la séparation entre le noyau fonctionnel et la présentation externe de l'application, il est plus facile de modifier l'un ou l'autre. Par exemple, toute modification du noyau fonctionnel se répercutera éventuellement sur l'adaptateur du noyau fonctionnel, mais le tout le reste de l'arête reste inchangé. Il en est de même si les outils graphiques sont modifiés.
- La modifiabilité du contrôleur de dialogue : il est possible de modifier un agent sans avoir de répercussion sur le reste de la hiérarchie PAC. Ce point est central dans le cadre d'une conception itérative de l'interface centrée l'utilisateur.

IV.2.2 Le modèle PAC*

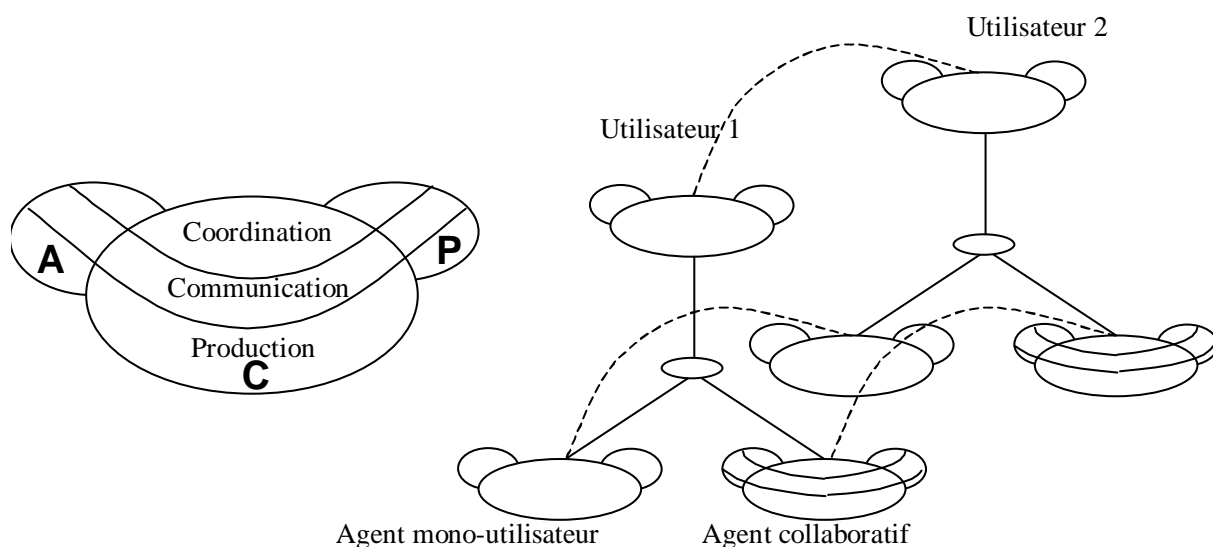


Figure 15 : Agent PAC* ou " PAC napolitain " et exemple de hiérarchie PAC*.

PAC* [Calvary 1997] est une extension du modèle PAC [Coutaz 1992]. PAC* est un modèle multi-agent. Chaque facette de l'agent PAC* (agent PAC " napolitain "), présenté à la Figure 15, est composée de trois couches fonctionnelles organisées suivant les trois espaces du *Clover Model*.

En fait, chaque agent PAC* peut être vu comme un regroupement de trois agents PAC assurant les fonctions de coordination, communication ou production. De façon abstraite, le noyau fonctionnel doit maintenir la cohérence des données partagées par chaque agent. Dans la Figure 15, la cohérence se traduit par une communication entre chaque instance d'un agent qui est représentée ici par les courbes en pointillée.

V. Synthèse

Ce chapitre est dédié aux collecticiels. Nous avons d'abord présenté les taxonomies existantes des collecticiels afin de cerner le sujet d'étude. Nous avons ensuite présenté les outils de conception des collecticiels.

Le *Clover Model* et le *Denver Model*, présentés respectivement dans le paragraphe II.2 et dans le paragraphe III.2, sont les points clés de notre approche de travail sur la navigation collaborative. En effet, c'est autour de ces deux modèles que nous avons élaboré le système CoVitesse, de l'analyse des critères d'ergonomie jusqu'à l'implémentation logicielle. Cette approche est détaillée dans les chapitres suivants.

Ce chapitre présente une des deux facettes de notre contexte de travail ; les collecticiels. L'autre facette est la navigation dans un grand espace d'information en général, et sur le WWW en particulier, que nous présentons dans le chapitre suivant.

Chapitre III : La navigation mono-utilisateur

I. Introduction

Dans ce chapitre, nous nous intéressons aux mécanismes de la navigation mono-utilisateur en analysant les comportements types et les tâches que cela implique. A partir de ce point, nous présentons un ensemble représentatif de techniques d'interaction et de visualisation pour faciliter la navigation mono-utilisateur dans de grands espaces d'information.

Aussi, dans le paragraphe suivant, nous présentons un modèle d'utilisateur en phase de d'exploration, tout en précisant deux méthodes largement employées pour analyser ces comportements. Dans le paragraphe III, et à partir du modèle utilisateur, nous proposons trois types de tâches de navigation. Dans le paragraphe IV, un ensemble de techniques d'interaction dédiée à la navigation est présenté.

II. Etude utilisateur de la navigation

Dans cette partie nous nous intéressons à la modélisation du comportement d'un utilisateur en phase recherche d'information. Pour définir ces modèles, il est nécessaire d'employer des techniques pour caractériser l'utilisateur, dont nous donnons deux exemples de méthodes.

II.1 Techniques pour caractériser l'utilisateur

La méthode la plus courante pour caractériser un utilisateur type est d'évaluer le comportement d'un grand nombre d'utilisateurs représentatifs dans une situation donnée. Il existe plusieurs techniques pour collecter les données, telles que :

- soumettre un questionnaire à des experts du domaine de la tâche, sachant que l'expert n'est pas forcément un responsable hiérarchique, mais celui qui réalise la tâche,
- observer l'utilisateur en train de réaliser la tâche, par exemple, par la technique du Magicien d'Oz [Salber 1995] ou en demandant à l'utilisateur d'expliquer à haute voix les actions qu'il réalise (*thinking aloud*) .

II.2 Une modélisation des comportements types de navigation

Différentes études ont permis d'élaborer une modélisation du comportement d'un utilisateur en phase de recherche dans un grand espace d'information, en particulier sur le WWW. A partir de ces modèles, il est alors possible de spécifier plus finement les tâches de navigation et d'améliorer les outils existants pour que l'utilisateur soit plus performant dans sa recherche. Cela se traduit par l'obtention de résultats de meilleure qualité et par un énorme gain de temps.

Le modèle proposé par Choo [Choo 1998] s'appuie sur les travaux de Ellis ([Ellis 1989], [Ellis 1993] et [Ellis 1997]). Il présente quatre types de comportements de recherche d'information sur le WWW :

- Visualisation aléatoire (*undirected viewing*) : dans ce cas l'utilisateur n'a pas formulé de but précis et se contente de parcourir l'information qui se présente à lui sans approfondir la recherche. En fait, c'est l'information qu'il perçoit qui va générer de nouveaux besoins, de nouveaux buts. Généralement, l'utilisateur se contente de suivre un enchaînement aléatoire de liens hypertextes.
- Visualisation orientée (*conditioned viewing*) : la recherche est ici dominée par ses sujets d'intérêt qui orientent la navigation et donc le passage d'un lien à un autre. Lorsque l'utilisateur parcourt le contenu d'une page il sera alors attiré par les informations qui ont, à priori, un rapport avec ses centres d'intérêt, sans qu'il ait au préalable formulé un but précis.

- Recherche informelle (*informal search*) : l'utilisateur a acquis suffisamment de connaissances, pendant une longue phase d'apprentissage, pour avoir les capacités à formuler une requête précise. Ainsi il peut cibler les sources d'information intéressantes, sans avoir formellement déterminé le but à atteindre.
- Recherche formelle (*formal search*) : dans ce cas l'utilisateur met en jeu un minimum d'effort pour formuler la requête et son objectif. Il a suffisamment d'expertise pour élaborer un plan d'actions, et d'expérience pour cibler le but à atteindre.

Cette étude du comportement permet ainsi de déduire les grands types de tâches de navigation.

III. Tâches de navigation

D'après le modèle de recherche d'information proposé par Waterworth [Waterworth 1991], L. Nigay [Nigay 1998] fait apparaître deux tâches élémentaires se rapportant à la navigation dans un grand espace d'information : chercher (*searching* ou *querying*) et feuilleter (*browsing*). Dans l'espace définissant le modèle décrit par Waterworth [Waterworth 1991], les tâches de navigation sont restreintes à un sous-ensemble à deux dimensions. Ces deux dimensions, représentées à la Figure 16, sont :

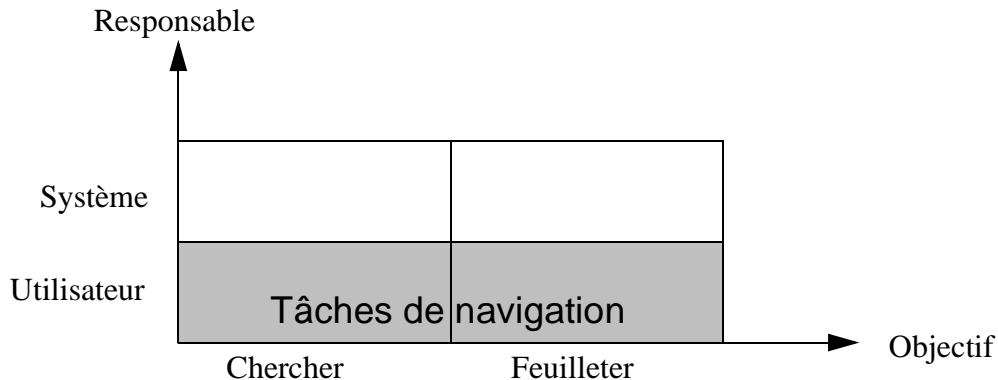


Figure 16 : Sous-espace du modèle de recherche d'information [Waterworth 1991]

- Objectif (*Target Orientation*) : dans cette dimension, deux tâches sont identifiées, “chercher” et “feuilleter”. “feuilleter” est une tâche de navigation exécutée sans objectif précis, alors que dans le cas de “chercher”, le but à atteindre a été clairement défini.
- Responsable (*Structural Responsibility*) : cet axe détermine qui réalise la tâche, cela peut-être l'utilisateur ou bien le système. Cet axe met en évidence la migration possible de la tâche vers le système et réciproquement.

Des quatre comportements types précédemment décrits (paragraphe II.2), nous avons défini trois types de tâches de navigation qui étendent le sous-ensemble en ajoutant une nouvelle valeur sur l'axe “Objectif”. Ces trois types de tâches élémentaires sont :

- Papillonner (*surf*) : cette tâche correspond à l'attitude de l'utilisateur qui se contente de naviguer aléatoirement (*undirected viewing*) en grappillant des informations.
- Feuilleter (*browse*) : cette tâche synthétise le comportement de l'utilisateur qui réalise une recherche informelle (*informal search*) et celui qui consiste à consulter des sources d'informations ayant un rapport avec ses centres d'intérêts (*conditioned viewing*).
- Rechercher (*search*) : cette tâche consiste à formuler une requête et donc à formaliser le but à atteindre, ce qui correspond ici au comportement "recherche formelle" (*formal search*).

IV. Techniques d'interaction pour la navigation

IV.1 Des techniques d'interaction

Les techniques d'interaction sont construites autour de modèles d'interaction dont l'objectif est de fournir une représentation physique des concepts du domaine, c'est-à-dire les schémas mentaux nécessaires à la réalisation de la tâche. Cette relation s'exprime comme étant une combinaison de deux types de métaphores :

- la métaphore du monde réel,
- la métaphore du langage.

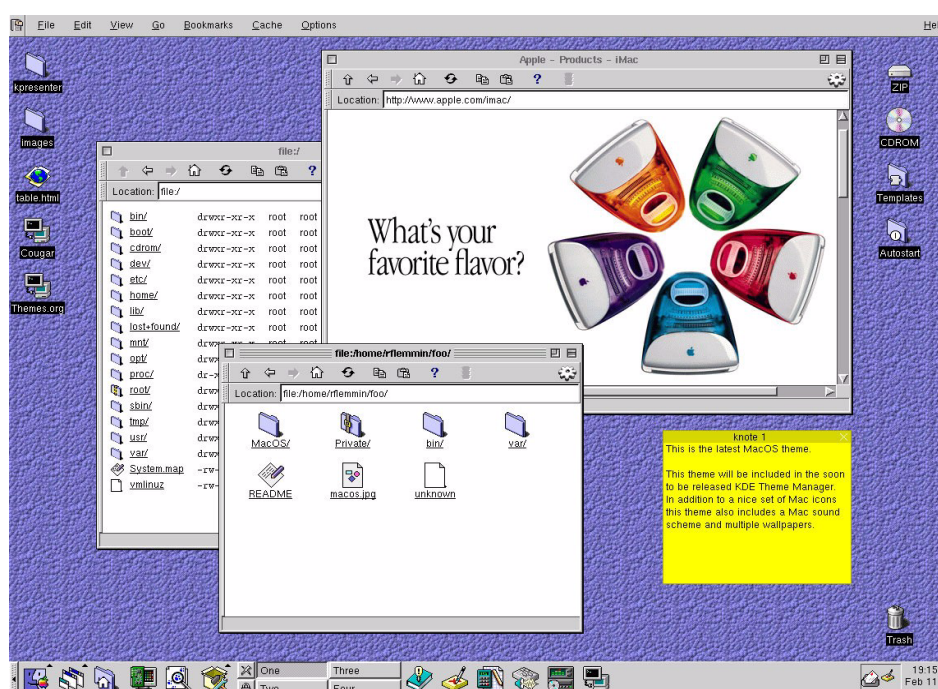


Figure 17 : Le bureau électronique.

Les métaphores du monde réel sont essentielles pour apprendre à la fois de nouveaux concepts, mais aussi à les manipuler. C'est un moyen efficace pour permettre à des non-experts d'utiliser des outils qu'ils ne maîtrisent pas. Le traitement de texte est un exemple de métaphore du monde réel très largement connu, par son rapprochement inévitable avec la machine à écrire. La société Xerox fut une des pionnières en lançant la métaphore du bureau (Figure 17) qui fut ensuite popularisée par la société Apple et ses machines MacIntosh. Cette métaphore, pour faciliter la compréhension du fonctionnement du système, présente les répertoires sous forme de dossiers et de fichiers, au sens informatique du terme, en fiches "techniques".

La métaphore du langage est beaucoup plus lourde dans sa mise en pratique. Dans ce cas, par le biais de la langue, nous donnons un ordre au système qu'il doit comprendre et interpréter pour l'exécuter. Typiquement, les langages de scripts sous UNIX tels que Cshel, TCshel, repose sur ce type de métaphore. Ainsi si l'utilisateur ne connaît pas le langage, est beaucoup plus coûteux de donner l'ordre d'effacer un fichier (par exemple, `rm toto`) que de

le déplacer sur le bureau pour le mettre dans la corbeille. Cependant lorsqu'il n'existe plus de barrière linguistique, la métaphore du langage est plus efficace car le plan d'action revient au système.

IV.2 Les métaphores de navigation

IV.2.1 Les métaphores de la spatialité

La métaphore du monde réel est un bon moyen pour rendre plus compréhensible une idée abstraite, un concept. Au quotidien nous interagissons avec les systèmes informatiques, qui se présentent sous forme de bureau virtuel, pour supprimer, déplacer ou travailler sur des documents que l'on range dans des dossiers. L'interprétation de cette métaphore nous permet de mieux comprendre l'état interne du système car la représentation proposée est familière.

Pour rendre compte de la structure et de l'organisation interne d'un espace d'information, les concepteurs emploient la métaphore de la spatialité de l'environnement (en deux ou trois dimensions). La formulation des objectifs est alors réduite à l'élaboration d'une carte cognitive de cet espace : cette construction, selon Dillon [Dillon 1990], sera plus ou moins parfaite car elle dépend de notre expérience, mais aussi de nos capacités à mémoriser les repères de premier plan (par exemple : une statue, un bâtiment, etc.). Elle se réalise suivant trois niveaux de connaissance :

- déterminer sa position en fonction des repères (*landmark*) les plus importants,
- pouvoir formuler le chemin qui mène d'un point A à un point B en fonction des repères,
- planifier dynamiquement les chemins à suivre, même si le terrain visité est découvert au fur et à mesure.



Figure 18 : Espace 3D de Waterworth [Waterworth 1998].

Les mondes de réalité virtuelle sont entièrement construits autour de cette métaphore. L'espace représenté, en général en trois dimensions, est un ensemble de bâtiments, de routes,

d'éléments de décors. Waterworth [Waterworth 1998] propose un espace 3D, présenté à la Figure 18, à travers lequel l'information est dispersée. Ainsi la question que l'on se pose n'est plus "comment vais-je formuler ma requête ?", mais "quel est le chemin pour accéder à l'information ?".

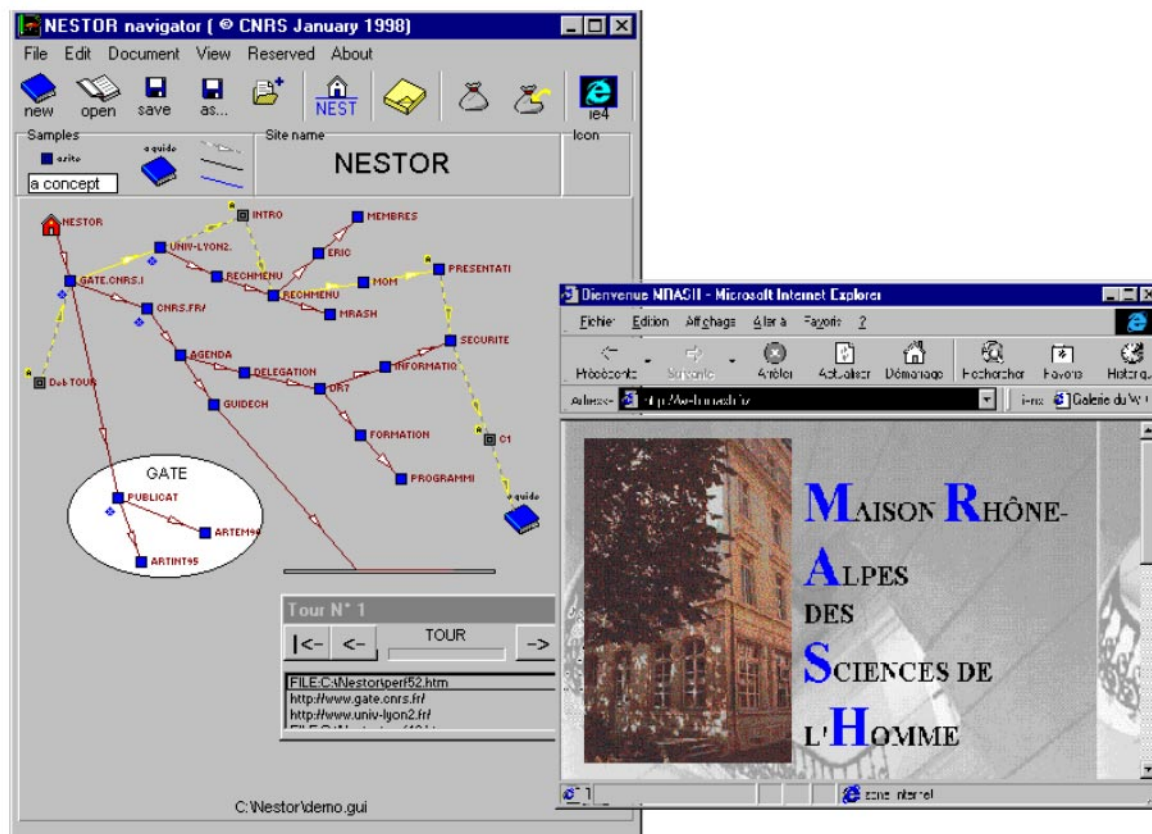


Figure 19 : NESTOR [Zeiliger 1997].

Une autre méthode, plus adaptée au WWW, consiste à construire une carte de l'espace visité en montrant les relations entre pages, définies par les liens hypertextes. Le système Nestor [Zeiliger 1997] a cette capacité à rendre visible le chemin parcouru et ainsi mettre en évidence l'organisation de l'espace. L'utilisateur a de plus la possibilité de réorganiser les liens visités. Ainsi il se construit itérativement une vue structurée de son espace. L'expérience aidant, nous nous construisons une carte cognitive par mémorisation de repères et nous avons ainsi plus d'aisance pour retrouver un chemin menant à l'information souhaitée.

Cette métaphore de la spatialité peut être raffinée si l'on prend en compte la valeur sémantique de l'information. Dourish [Dourish 1994] décompose la navigation "spatiale" en deux types de navigation :

- La navigation intrinsèquement spatiale : les informations représentées sont des concepts du monde physique que l'on désigne par des grandeurs métriques (par exemple, des cartes routières).
- La navigation sémantique : elle repose sur une organisation de l'information suivant sa valeur sémantique en regroupant des objets de même classe. Par exemple, la représentation spatiale d'une base de donnée de film pourrait être

organisée suivant le genre du film : action, comédie, horreur, etc. Par exemple, les *Hyperbolic Trees* [Inxight 1999], dont on peut voir une représentation Figure 20, présentent ici une organisation hiérarchique dont la sémantique des liens est donnée par la représentation entre les pages du site du Louvre.

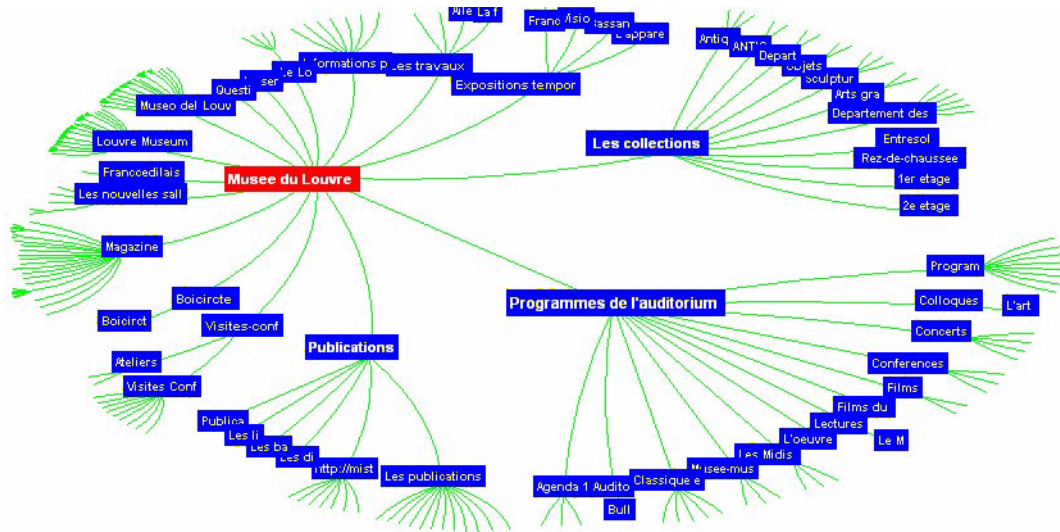


Figure 20 : *Hyperbolic trees* représentant la hiérarchie du site hypertexte du Louvre [Inxight 1999].

IV.2.2 La multimodalité

L'objectif est de fournir plusieurs vues différentes de l'espace d'information, c'est-à-dire en offrant une représentation multiple. L'utilisateur a alors le choix de représentation. On parle alors de représentation multimodale. L'objectif de chaque est de permettre à l'utilisateur d'avoir à la fois une vue globale de l'organisation de l'information, mais aussi un point de vue focalisé sur une partie spécifique de cette espace. Le système VITESSE [Vernier 1997] est un système qui propose six modalités pour représenter les réponses d'un moteur de recherche sur le WWW à partir d'une requête composée de mots clés. La Figure 21 montre trois des six modalités disponibles : un polygone représente une page retrouvée par un moteur de recherche.

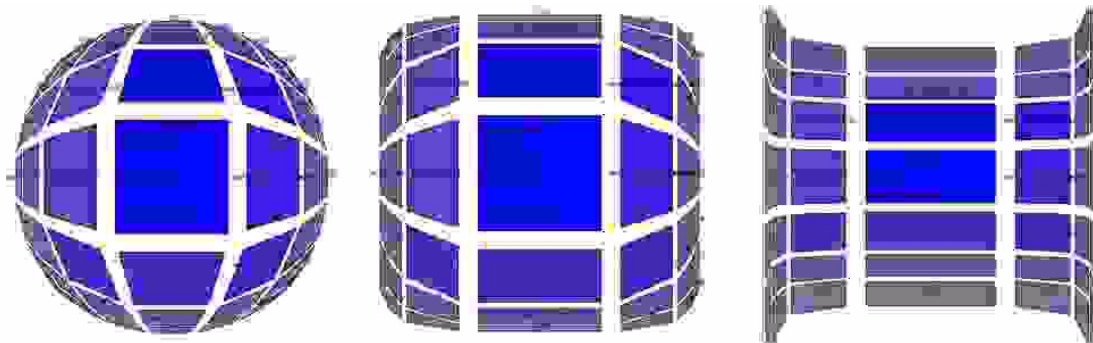


Figure 21 : Trois modalités du système VITESSE [Nigay 1998].

V. Synthèse

L'utilisateur élabore des stratégies, des plans d'action pour rechercher de l'information. Sa recherche est fortement influencée par les objectifs qu'il s'est fixés. En présentant les trois types de tâches navigation mono-utilisateur ("surfer", "papillonner" et "chercher"), nous pouvons constater que la navigation est fortement influencée par la représentation des informations. Ainsi, de nombreuses techniques de visualisation ont été conçues pour faciliter la recherche d'information dans de grands espaces. Cette approche a ses limites face à la quantité de données qui dépasse toute échelle de taille gérable par un seul homme. Pour répondre à ce problème, il apparaît que la navigation collaborative, surtout sur le WWW, se présente comme une alternative complémentaire aux techniques de visualisation. En effet, cette approche collaborative s'appuie sur les compétences de plusieurs utilisateurs. Dans le chapitre suivant, nous nous intéressons à l'approche collaborative de la navigation.

Chapitre IV : La navigation sociale

I. Introduction

Naviguer seul, sans aide, n'est plus une solution viable dans des espaces d'information en perpétuelle expansion. Les techniques d'interaction et de visualisation seules ne suffisent plus pour faciliter la navigation. Il convient alors de s'intéresser aux formes collaboratives de la navigation. Or, comme nous l'observons dans la partie II, à travers le WWW, mais aussi autour du WWW, l'activité collaborative est de plus en plus perceptible et offre une nouvelle dimension dans la quête d'information : la valeur sociale de l'information. Dourish [Dourish 1994] qualifie cette nouvelle forme de navigation de navigation sociale, dont nous donnons une définition dans la partie III. Dans le paragraphe IV, nous dressons un panorama des approches et systèmes existants dédiés à la navigation sociale.

II. L'émergence d'une collaboration

Implicitement, notre façon de naviguer est influencée par les informations qui nous sont délivrées. Ce n'est pas uniquement la valeur sémantique de celle-ci, qui nous incite à aller voir plus en détail son contenu, mais aussi sa valeur sociale, le signe d'une collaboration émergente sur le WWW, mais aussi autour du WWW, et qui se manifeste essentiellement de manière asynchrone.

Cette valeur sociale de l'information, résultante de l'activité collaborative, nous aide à formuler une stratégie de navigation. Cette collaboration se manifeste de différentes façons [Dieberger 1998], par exemple par :

- une série de liens classés par ordre de qualité, rassemblés sous la rubrique "mes liens favoris",
- un échange d'URL par courrier électronique,
- une liste de liens à visiter, relatifs au sujet discuté dans un forum de discussion (*newsgroup*),
- un compteur sur une page qui indique, le nombre de visiteurs et qui a priori est un gage de qualité.

Terveen [Terveen 1998] compare cette collaboration à un "chemin à travers les bois" n'ayant jamais été construit, mais qui à force d'être traversé, a des contours de plus en plus nets. Ainsi, plus le chemin devient visible et la trace profonde, plus les individus sont amenés à l'emprunter. Ainsi un chemin, qui n'existait pas avant, est né par le besoin des utilisateurs de se déplacer plus rapidement d'un point A à un point B. Et le fait qu'il soit très emprunté, ce qui se remarque par des contours de plus en plus nets, incite les autres à emprunter cette voie. La métaphore du "chemin à travers les bois" se retrouve sur le WWW par le jeu des liens entre pages. Il est ainsi possible d'associer une densité à chaque page, qui mesure le taux de fréquentation et de recommandation pour une page.

H : concentrateur

A : autorité

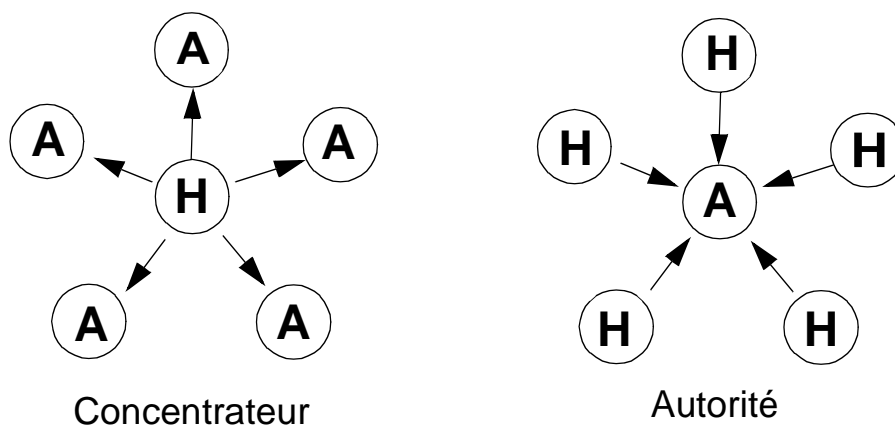


Figure 22 : Concentrateurs et autorités.

Pour mesurer cette densité, Kleinberg [Kleinberg 1998] a élaboré un algorithme qui repose sur deux types de pages hypertextes :

- les autorités (*authoritative*) : une page est une bonne autorité si beaucoup de concentrateurs réfèrent celle-ci.
- les concentrateurs (hub) : une page est un bon concentrateur si celle-ci contient un grand nombre de références à des autorités de grande qualité.

La Figure 22 illustre cette définition. A partir de ces considérations, l'algorithme permet d'obtenir deux grandes classes de pages dont la pertinence est mesurée sur leur degré (de fréquentation et de recommandation) total, c'est-à-dire le nombre de liens.

Le système PHOAKS [Terveen 1997] repose sur les concepts d'autorité et de concentrateurs exposés précédemment. Il propose un mécanisme de filtre collaboratif (*collaborative filtering system*) dont le but est d'évaluer la pertinence de pages hypertextes, ces pages étant conseillées dans les forums de discussion. Le rang d'une page est déterminé par le nombre de personnes différentes qui la conseillent.

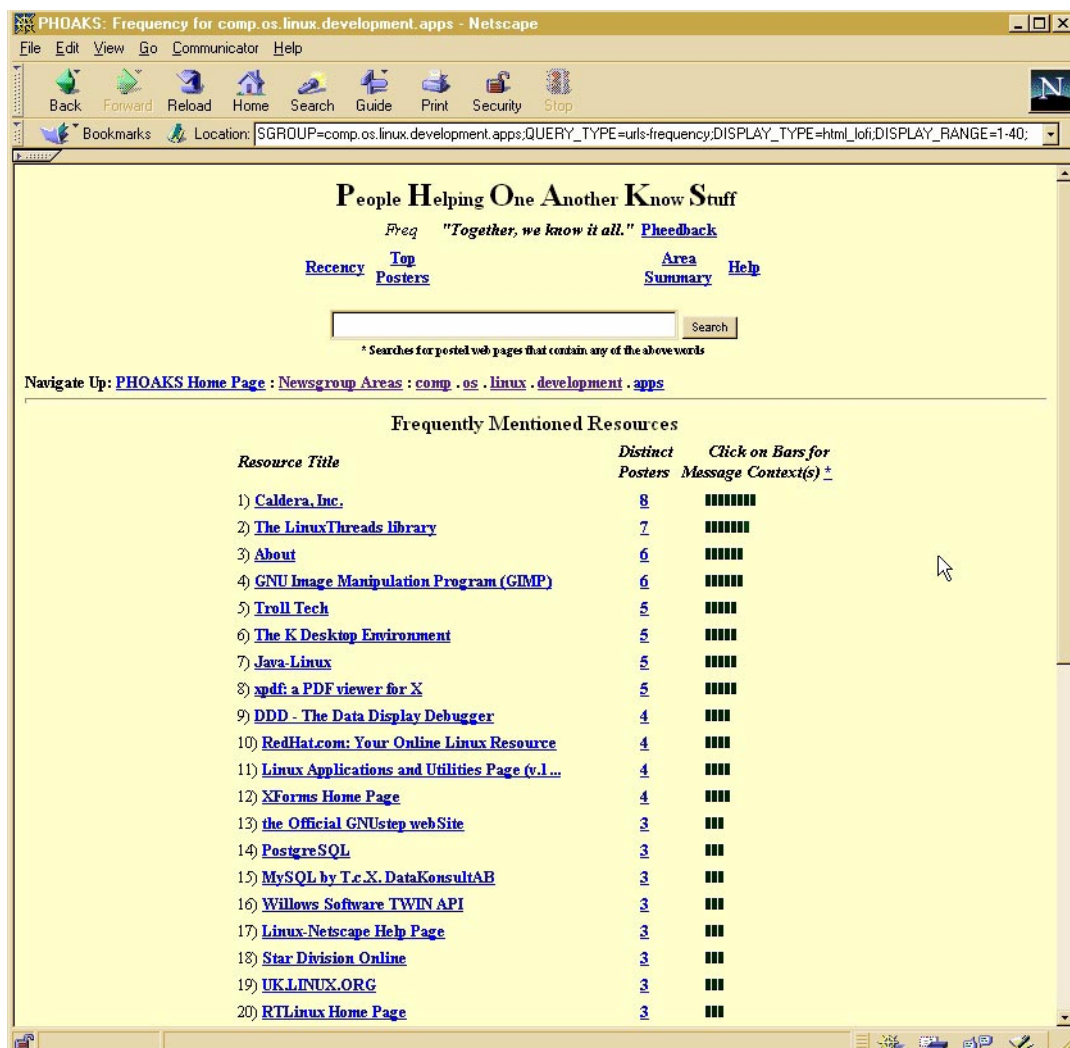


Figure 23 : Le système PHOAKS [Terveen 1997].

La Figure 23 montre une copie d'écran du système. Dans cet exemple, nous avons recherché quels sont les “meilleurs” sites dans le forum de discussion *comp.os.linux.apps*. Il apparaît que le site de la distribution Caldera obtient le plus de suffrages avec huit personnes différentes ayant posté un message conseillant ce site, devant le site consacré aux *pthreads*.

Ainsi, il apparaît que la collaboration entre utilisateurs s'organise aussi bien sur le WWW et hors WWW. Cette organisation, implicite ou indirecte, influence notre façon de naviguer et de rechercher l'information.

III. La navigation sociale : définition

Dourish [Dourish 1994] propose un troisième modèle de navigation, complémentaire à la navigation sémantique et spatiale (chapitre IV, IV.2.1), qui prend en compte cette activité collaborative : la navigation sociale.

Cette activité peut se manifester, par exemple, par le fait de se déplacer pour aller d'un groupe de personnes à un autre ou par le fait d'aller voir ici ou là parce d'autres y sont rassemblés. C'est l'effet de regroupement : s'il y a un groupe d'individus qui se forme dans la rue, nous serons tentés d'aller voir ce qu'il s'y passe. Ces deux exemples illustrent la navigation sociale.



Figure 24 : Le système DIVE [Fahlen 1993].

Les systèmes créant des mondes virtuels reposent principalement sur la métaphore de la spatialité. Par exemple, le système DIVE [Fahlen 1993], présenté à la Figure 24, a pour objectif de retranscrire la perception de la proximité entre deux individus. Même si l'on peut percevoir l'activité de chaque individu, c'est-à-dire les interactions entre les personnes (se regrouper, discuter, s'éloigner, etc.) ou bien les interactions d'un individu avec le système représenté sous forme d'éléments du décor, cette perception ne reflète pas complètement le caractère social de l'interaction. En effet, l'espace doit avoir la capacité à rendre perceptible les traces de cette interaction en donnant à l'information une valeur supplémentaire, en plus de son sens et de sa localisation : une valeur sociale. Un lien aura, par exemple, une valeur sociale s'il se trouve sous la rubrique "mes liens préférés".

Ainsi la navigation sociale existe lorsque l'environnement retranscrit l'activité collaborative en présence d'au moins deux utilisateurs. Cette activité, selon la définition proposée par Dieberger [Dieberger 1998] se scinde en deux types de navigation :

- La navigation sociale indirecte : celle-ci est accomplie en laissant son empreinte, une marque de son passage. Mais sa réalisation est aussi influencée par les traces des autres qui ont empruntés le même passage. Ces traces peuvent prendre des formes multiples. Cela peut-être un simple compteur qui recense le nombre d'individus ayant visité une page.
- La navigation sociale directe : celle-ci se réalise par la présence et l'emploi de moyens de communications permettant une interaction instantanée entre utilisateurs. Cette interaction n'existera que s'il se crée une communauté d'individus ayant les mêmes centres d'intérêts dans un même espace partagé.

Cependant, la forme de navigation la plus courante dans un espace d'information est, selon la distinction de Dieberger, la navigation sociale indirecte qui traduit donc une activité collaborative asynchrone. Nous ne considérons pas ici la majorité des systèmes de mondes virtuels qui propose essentiellement de nouvelles formes d'interactions entre utilisateurs, plus que des moyens collaboratifs pour rechercher de l'information.

IV. Les approches actuelles de la navigation sociale synchrone sur le WWW

IV.1 Internet Foyer

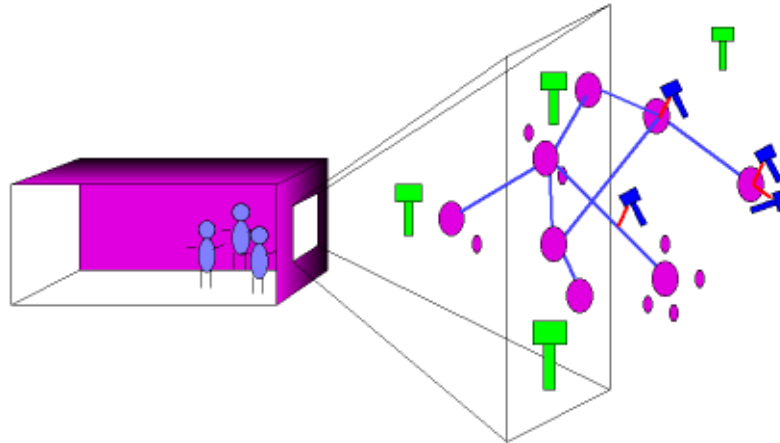


Figure 25 : *Internet Foyer*, vue d'ensemble du système [Benford 1996].

L'approche du système *Internet Foyer* [Benford 1996] est assez particulière dans le domaine du CSCW. L'objectif était de mélanger monde réel et réalité virtuelle, ce que l'on pourrait désigner comme étant de la réalité augmentée. Comme le montre la Figure 25, les utilisateurs, dans le monde physique, ont un grand écran, une sorte de fenêtre sur le monde virtuel, qui les met en relation avec les autres utilisateurs qui se déplacent dans un espace d'information (il s'agit, en l'occurrence, du WWW). Benford [Benford 1996] désigne par le terme de foyer cette ouverture sur le monde électronique. Il s'agit en général d'une page d'accueil d'un site Web.

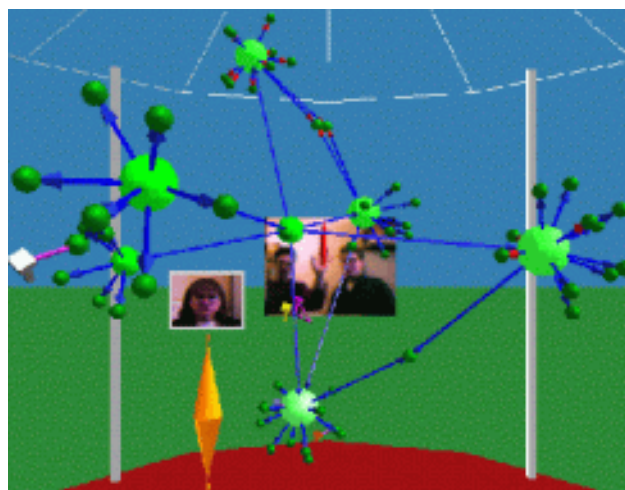


Figure 26 : *Internet Foyer*, vue virtuelle du système [Benford 1996].

Le monde virtuel représente une partie du WWW en symbolisant les pages par des sphères (noeuds) et les liens par des flèches reliant ces pages, comme le montre la Figure 26. Les utilisateurs se déplacent de noeuds en noeuds, représentés par une forme géométrique, par exemple un losange ou un "T", augmentée d'une image vidéo.

Cependant ce système permet uniquement aux individus de se rencontrer de manière informelle. De plus, Internet Foyer nécessite que chaque serveur Web offre un dispositif mettant en relation les différents clients.

IV.2 CoBrow

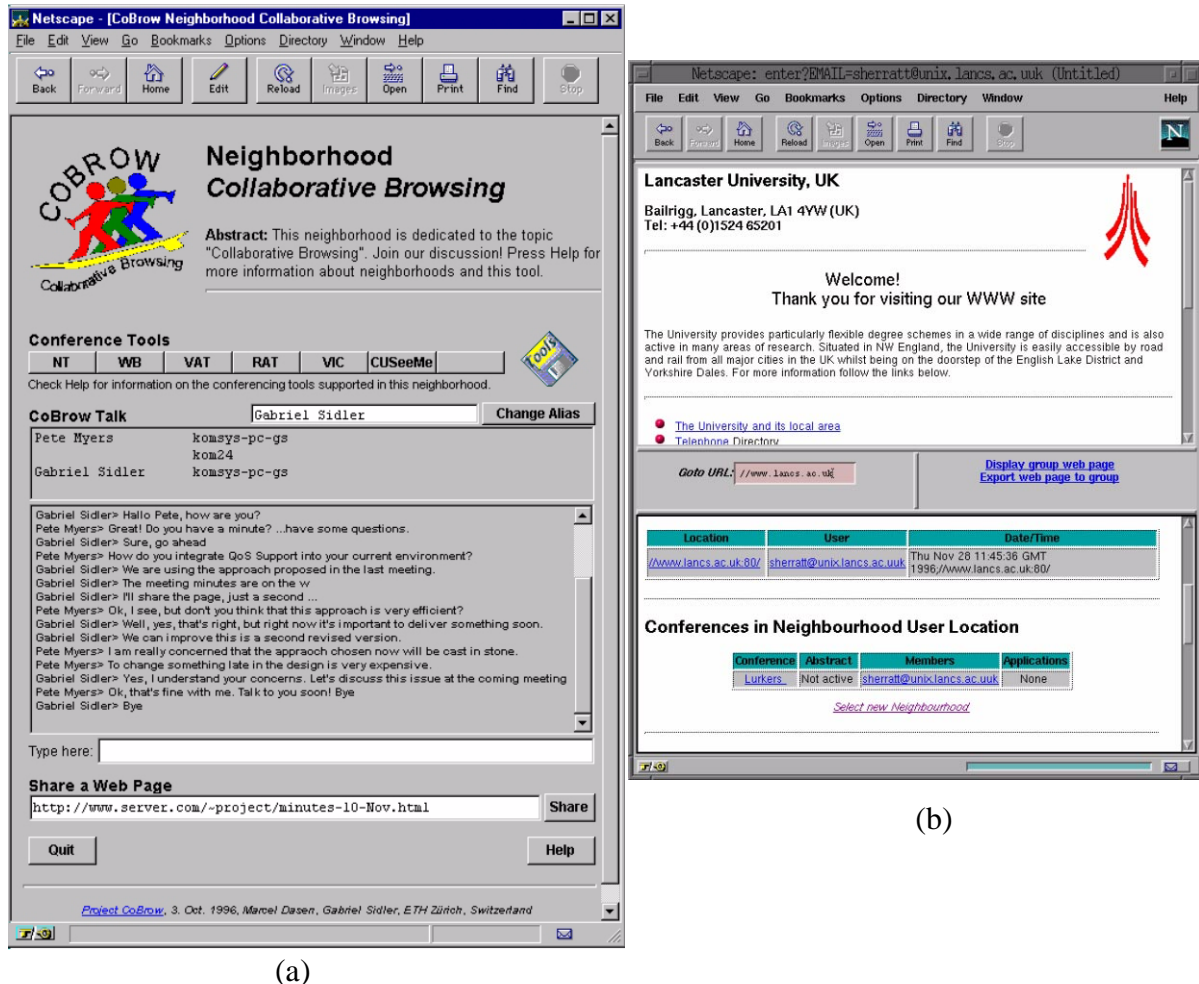


Figure 27 : CoBrow [Sidler 1997].

L'objectif du projet *CoBrow* [Sidler 1997] est de proposer un ensemble d'outils permettant aux internautes de percevoir l'activité collaborative sur le WWW. Le but est de profiter des connaissances et des compétences de chacun pour rendre la recherche d'information la plus efficace possible. En effet, si quelqu'un est à la recherche d'information à un moment donné, il y a une forte probabilité, qu'au même moment, quelqu'un d'autre s'intéresse au même sujet.

Le prototype développé, dont on peut voir deux copies d'écran à la Figure 27, offre un système de pages hypertextes partagées (Figure 27 (b)), couplé avec un forum de discussion (Figure 27 (a)) du style IRC (*Internet Relay Chat*), avec, lorsqu'elle est disponible, une image de l'interlocuteur sélectionné.

Cependant le système se limite à une page hypertexte, voire à quelques pages "voisines".

IV.3 GroupWeb

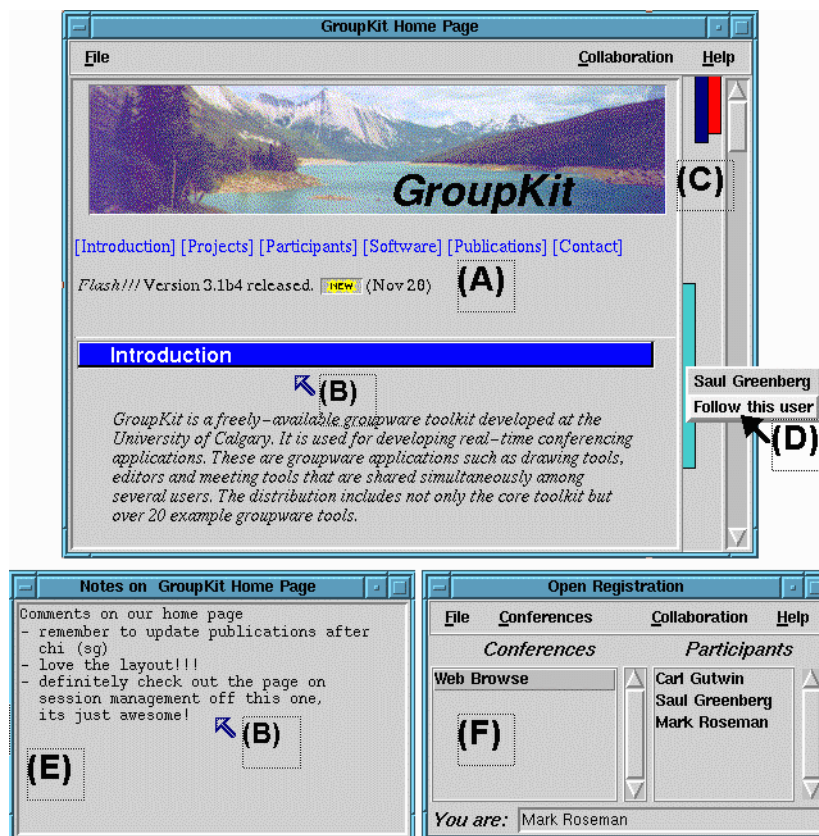


Figure 28 : GroupWeb [Greenberg 1996]

GroupWeb [Greenberg 1996] offre une approche similaire à *Cobrow*. En effet, l'activité collaborative se situe uniquement au niveau d'une seule page. Mais le système est surtout orienté vers la télé-conférence et l'enseignement à distance. Comme le montre la Figure 28, l'espace de travail est partagé par un système de barre de défilement coopérative et par l'apparition de télé-pointeurs. Ces télé-pointeurs constituent la représentation des utilisateurs dans cet espace.

V. Synthèse

Le besoin de naviguer à plusieurs est de plus en plus important. Comme nous l'avons exposé, ce besoin s'exprime de différentes façons : à travers le courrier électronique, les forums de discussions, etc. C'est la navigation sociale. Mais la plupart de ces approches sont fortement centrées sur une activité collaborative asynchrone. Cependant, certaines études ont abouti à l'élaboration de systèmes synchrones, mais qui hélas ne proposent pas de méthodes réelles pour inciter les utilisateurs à s'unir, à partager leurs expériences et leurs expertises pour réaliser une navigation collaborative efficace. Dans le chapitre suivant, nous présentons nos techniques pour mettre en oeuvre la navigation collaborative.

Chapitre V : La navigation collaborative

I. Introduction

Notre étude s'intéresse plus particulièrement à l'approche synchrone de la navigation qui correspond à la navigation sociale directe et que nous appelons par la suite, par extension, navigation collaborative. Notre objectif est de proposer des techniques de navigation synchrone collaborative sur le WWW.

Cependant l'activité collaborative génère de nombreuses contraintes liées aux multiples comportements d'un groupe et à la diversité des attitudes de chacun des membres. En ce qui concerne la navigation collaborative, nous avons à prendre en compte les contraintes suivantes :

- La diversité des objectifs : même si les utilisateurs partagent le même espace d'information, qui correspond à un thème donné, ceux-ci n'ont pas forcément les mêmes objectifs. En effet, tandis que l'un peut chercher un auteur particulier, l'autre peut chercher à avoir une vision globale du thème.
- La différence de niveaux d'expertise et de connaissance du domaine : cette contrainte est générale, car elle existe aussi dans le monde réel. En effet, un bibliothécaire aura plus d'expertise pour effectuer une recherche documentaire qu'un novice. Ceci est vérifié dans tout espace d'information.
- La multiplicité des contextes d'utilisation et d'interaction : le contexte d'utilisation est une contrainte forte en IHM. En effet l'utilisation du système sera différente si l'utilisateur est dans une phase de stress ou non (par exemple, lorsque l'heure de fermeture de la bibliothèque est proche). Cette utilisation, dans le cas des collecticiels, est conditionnée par le contexte d'interaction qui peut dépendre de l'humeur d'un utilisateur ou du comportement général des groupes. Ceci est généralement source de conflits que le système est incapable de résoudre dans la majorité des cas et que seuls les utilisateurs ont les moyens de résoudre.
- L'existence d'une phase nécessaire pour apprendre à se connaître mutuellement [Rocco 1998] : cette contrainte doit être absolument vérifiée dans notre cas, car c'est pendant cette phase qu'une communauté se constitue et donc facilite l'activité collaborative. Il est ainsi nécessaire de fournir des outils de communication pour favoriser les échanges. Une étude menée par Elena Rocco [Rocco 1998] montre qu'une connaissance des différents partenaires renforce l'activité collaborative, tout en réduisant les comportements individualistes. Très vite, l'étude fait apparaître que, pour aboutir au résultat demandé, le groupe procède à une répartition des tâches à réaliser (partage du travail) et implicitement attribue le rôle de coordinateur à un des membre. Ces résultats sont confirmés par une étude menée par Rauterberg [Rauterberg 1995a][Rauterberg 1995b] qui considérait le taux de coopération des joueurs (le jeu utilisé est le célèbre jeu DOOM).

Il existe une autre contrainte importante, mais qui n'est pas prise en compte ici : la masse critique [Dix 1996]. C'est la masse d'utilisateurs nécessaire pour que l'activité collaborative soit efficace. Nous n'étudions pas ce critère, car il difficile de la mesurer sur le WWW. En

effet, cette difficulté est liée à l'impossibilité de réaliser un profil type de l'utilisateur et au manque de cohérence structurelle au sein du WWW.

Ainsi notre objectif est de proposer des techniques d'interaction qui intègrent ces contraintes afin de favoriser l'activité collaborative pour réaliser une recherche d'information efficace. Pour élaborer ces techniques, nous proposons un ensemble de types de navigation et d'outils qui satisfont au maximum ces contraintes décrites.

Ce chapitre est organisé de la façon suivante : dans la partie II, nous présentons deux études ethnographiques qui nous ont permis d'identifier quatre types de navigation. Dès lors, en appliquant le Denver Model, nous définissons les quatre types de navigation dans la partie III. La partie IV présente les critères d'ergonomie qui nous semblent pertinents pour les types de navigation. En particulier certains critères, comme l'observabilité, ont été affinés et instanciés au cas de la navigation. Enfin, la partie V décrit les tâches pour chaque type de navigation, pour conclure sur un premier bilan de la conception.

II. Etude ethnographique

II.1 La recherche d'information dans une bibliothèque

Twidale [Twidale 1997] a mené une série d'observations dans la bibliothèque de l'Université de Lancaster sur des utilisateurs en phase de recherche de documents. Il a répertorié cinq types d'interaction collaborative :

- Recherche collective (*joint search*) :
Il s'agit d'un groupe d'individus rassemblés autour d'un même terminal, discutant sur la façon de procéder et élaborant une stratégie de recherche. Ils ont volontairement choisi de collaborer pour rechercher l'information et de partager leurs trouvailles avant de travailler individuellement sur les données collectées.
- Recherche coordonnée (*coordinated search*) :
Dans ce cas, chaque membre du groupe est installé sur un terminal différent, mais côte à côte. Ils parlent de ce qu'ils font, comparent leurs résultats, voire même entrent en compétition pour trouver l'information. Il se peut cependant que tous se regroupent autour du même terminal comme dans le cas précédent.
- Question opportune (*free query*) :
Chaque individu travaille indépendamment, sur son propre terminal, et demande de l'aide à son voisin. La plupart des requêtes émises sont des questions du genre : "Excusez-moi, mais comment dois-je faire pour ... ?". Bien sûr, ce type de question peut être adressé à un expert : le bibliothécaire.
- Question orientée (*directed query*) :
Dans ce cas, l'activité de l'un repose sur l'observation de l'activité des autres : regarder comment l'autre procède et éventuellement lui poser des questions du genre : "Comment avez-vous fait ça ?". Ce genre de comportement est assez rare.
- Rencontre informelle (*chance contact*) :
Ce genre de rencontre se réalise généralement autour de ressources partagées telles que l'imprimante ou une photocopieuse. C'est l'occasion d'échanger des informations. Ce phénomène s'apparente à l'effet "machine à café" autour de laquelle des collègues s'échangent des idées.

II.2 La coopération des membres d'un groupe en compétition

A partir du jeu DOOM, Rauterberg [Rauterberg 1995b] a évalué l'influence de la communication sur la coopération entre membres d'un groupe mis en compétition. Pour mesurer la compétition entre individus, il prend en compte le nombre de coalitions qui se forment au cours d'une partie. Pour distinguer la coopération de la coalition, Rauterberg propose cinq niveaux d'interaction entre utilisateurs :

- *informer* :
Cela correspond à un échange informel et anonyme entre individus.

- *former une coalition* :
C'est lorsque au moins deux personnes décident de former une coalition.
- *coordonner* :
Cela correspond à l'utilisation des moyens de communication disponibles dans un espace partagé. Il n'est pas nécessaire que tous aient les mêmes buts, mais ils doivent se connaître un peu entre eux.
- *collaborer* :
Dans ce cas, chacun poursuit le même but mais avec un rôle différent. Leurs contributions sont donc différentes etc complémentaires.
- *coopérer* :
Ici, tous ont le même but et travaillent ensemble pour l'atteindre, ce qui nécessite une prise de décision commune et une bonne connaissance les uns des autres.

II.3 Synthèse des résultats

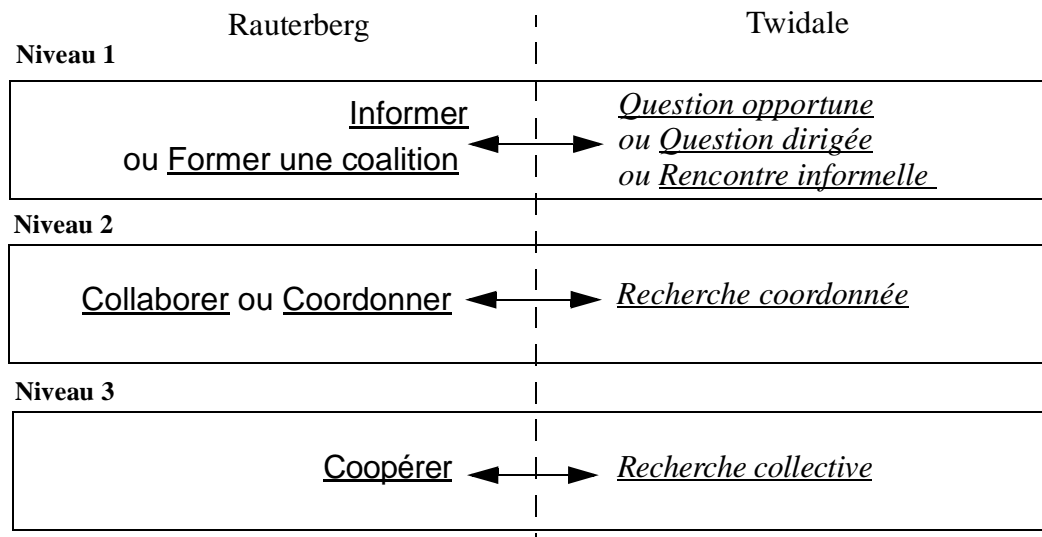


Figure 29 : Trois niveaux d'interaction.

A partir de ces observations, nous en déduisons une synthèse en trois niveaux d'interaction, présentée à la Figure 29.

Pour le premier niveau d'interaction, nous faisons correspondre "informer" et "former une coalition" avec "question opportune", "question dirigée" et "rencontre informelle" : cette correspondance regroupe toutes les formes d'interaction informelle entre utilisateurs. Dans ce cas, nous considérons aussi bien l'interaction limitée à une question ou la formation d'un groupe dont les membres ne se connaissent pas entre eux. Pour faire le parallèle avec les tâches de navigation mono-utilisateur, présentées dans le chapitre II, partie III, ce niveau est la version collaborative et complémentaire de la tâche de navigation "papillonner". En effet, les membres du groupe n'ont pas forcément d'objectif commun mais juste des centres d'intérêts connexes.

Pour le second niveau, nous faisons correspondre “collaborer” et “coordonner” avec “recherche coordonnée” : ici, tous travaillent séparément, qu’ils soient ou non sous la direction d’un “coordonnateur” ou “responsable”, et se connaissent suffisamment pour se coordonner. Bien sûr, cela nécessite que le groupe ait défini un objectif à atteindre, sans forcément avoir planifié une stratégie. Pour faire l’analogie avec les tâches de navigation mono-utilisateur, cela correspond à la tâche “feuilleter” qui se distingue de “chercher” par l’absence de stratégie.

Enfin, le troisième niveau met en correspondance “coopérer” et “recherche collective” : dans ce cas, les utilisateurs ont la volonté de former un groupe pour se répartir la charge du travail, en définissant les rôles de chacun (Elena Rocco [Rocco 1998] montre que, dans la majorité des cas, ce genre de groupe autodésigne son propre “responsable”), pour une recherche efficace et atteindre un but commun. Ce type d’interaction fait apparaître l’élaboration collective d’une stratégie de recherche, ce qui, par analogie, correspond à la tâche de navigation mono-utilisateur “chercher”. Pour que l’interaction ait lieu, il est nécessaire que chacun ait une bonne connaissance les uns des autres.

III. Quatre types de tâches de navigation collaborative

III.1 Définitions

A partir des trois niveaux d'interaction précédemment décrits, nous en déduisons trois types de navigation collaborative synchrone. Nous considérons en plus une tâche de navigation supplémentaire : la visite guidée. Cette dernière est complémentaire aux trois autres, dans le sens où elle permet à un expert du domaine de donner des conseils aux novices en expliquant comment utiliser les outils de navigation et comment trouver les meilleurs points de départ pour une recherche efficace.

Les quatre types de navigation sont définies comme suit :

- *Navigation relâchée* (niveau 1 de la Figure 29) :
Dans ce cas, la rencontre est informelle, et chacun navigue indépendamment les uns des autres, mais dispose des résultats collectés par les membres du groupe. N'importe qui peut devenir un membre et à n'importe quel moment, il est possible de donner le contrôle de la navigation à un autre.
- *Navigation coordonnée* (niveau 2 de la Figure 29) :
Les membres du groupe travaillent séparément, dans un espace restreint ou non, sur un sujet commun, mais sans forcément avoir exactement les mêmes buts. Tous ont les mêmes privilèges, et n'importe qui peut décider si un nouveau venu peut devenir ou non un membre.
- *Navigation coopérative / planifiée* (niveau 3 de la Figure 29) :
Ce type de navigation dispose d'un responsable de groupe qui oriente la recherche. Il lui incombe la tâche de définir les objectifs et les stratégies à suivre, de manière autoritaire ou concertée, et de répartir, si cela est nécessaire, les sous-espaces à explorer. Il est le seul à décider si un nouveau venu peut devenir membre. Il a de plus la possibilité de déplacer ("téléporter") l'ensemble du groupe dans un endroit qu'il peut juger intéressant.
- *Visite guidée* :
Ce type d'interaction, comme son nom l'indique, s'inspire de la visite guidée dans un musée ou dans un site. A n'importe quel moment, n'importe qui peut se joindre ou quitter la visite. L'utilisateur cède le contrôle de la navigation au guide. Automatiquement, les membres suivent le guide dans ses déplacements.

Pour définir les interactions pour chaque type de navigation, nous appliquons le *Denver Model*, présenté au chapitre II, paragraphe III.2.

III.2 Description des interactions par le Denver Model

Nous appliquons ici le modèle décrit dans le chapitre II, paragraphe III.2, en détaillant chaque critère dans le cadre de la navigation collaborative sur le World Wide Web. Les critères sont les suivants :

- **Les Personnes :**

Les personnes, qui seront les utilisateurs de la navigation collective, ne seront en contact qu'avec les autres personnes qui ont les mêmes centres d'intérêts pour un sujet précis. Les groupes formés par de tels utilisateurs sont caractérisés par :

- une certaine homogénéité du fait d'une navigation sur les mêmes mots clés,
- de possibles problèmes de compréhension liés à l'utilisation d'un langage technique ou liés à ceux des langues.

La taille d'un groupe est a priori quelconque. De plus il est possible d'avoir le statut particulier de chef de session.

- **Artéfacts :**

Le terme Artéfacts se réfère à tous les objets produits ou consommés pendant les interactions. Il y a cinq types d'artéfact :

- le texte, visible dans un forum,
- les images dynamiques, les avatars représentant les utilisateurs,
- les images statiques, la représentation des informations (les pages Web),
- les éléments informatiques, les listes de pointeurs (bookmarks), les annotations, etc.

- **Tâches et activités :**

Les tâches et activités sont divisées en quatre niveaux d'abstraction :

- Les buts : favoriser, faciliter la recherche d'information sur le World Wide Web, par l'aspect collaboratif de la navigation.
- Les scénarios (ou les tâches) :
 - choisir un thème de recherche/navigation,
 - être conscient des informations disponibles,
 - être conscient des requêtes des autres utilisateurs,
 - proposer de l'aide en donnant une information ou en guidant les utilisateurs vers l'information,
 - accepter de l'aide.
- Les activités :
 - dialoguer avec les autres utilisateurs,
 - répondre à une demande de dialogue,
 - définir sa disponibilité au dialogue,
 - constituer un groupe d'utilisateur,

- s'intégrer à un groupe d'utilisateur,
- se dissocier d'un groupe,
- permettre à un utilisateur de s'intégrer à son groupe,
- définir l'observabilité du groupe pour les autres utilisateurs,
- demander des conseils,
- donner des conseils,
- donner de l'aide,
- demander de l'aide,
- naviguer sur le World Wide Web,
- générer de l'information,
- partager de l'information (historique).

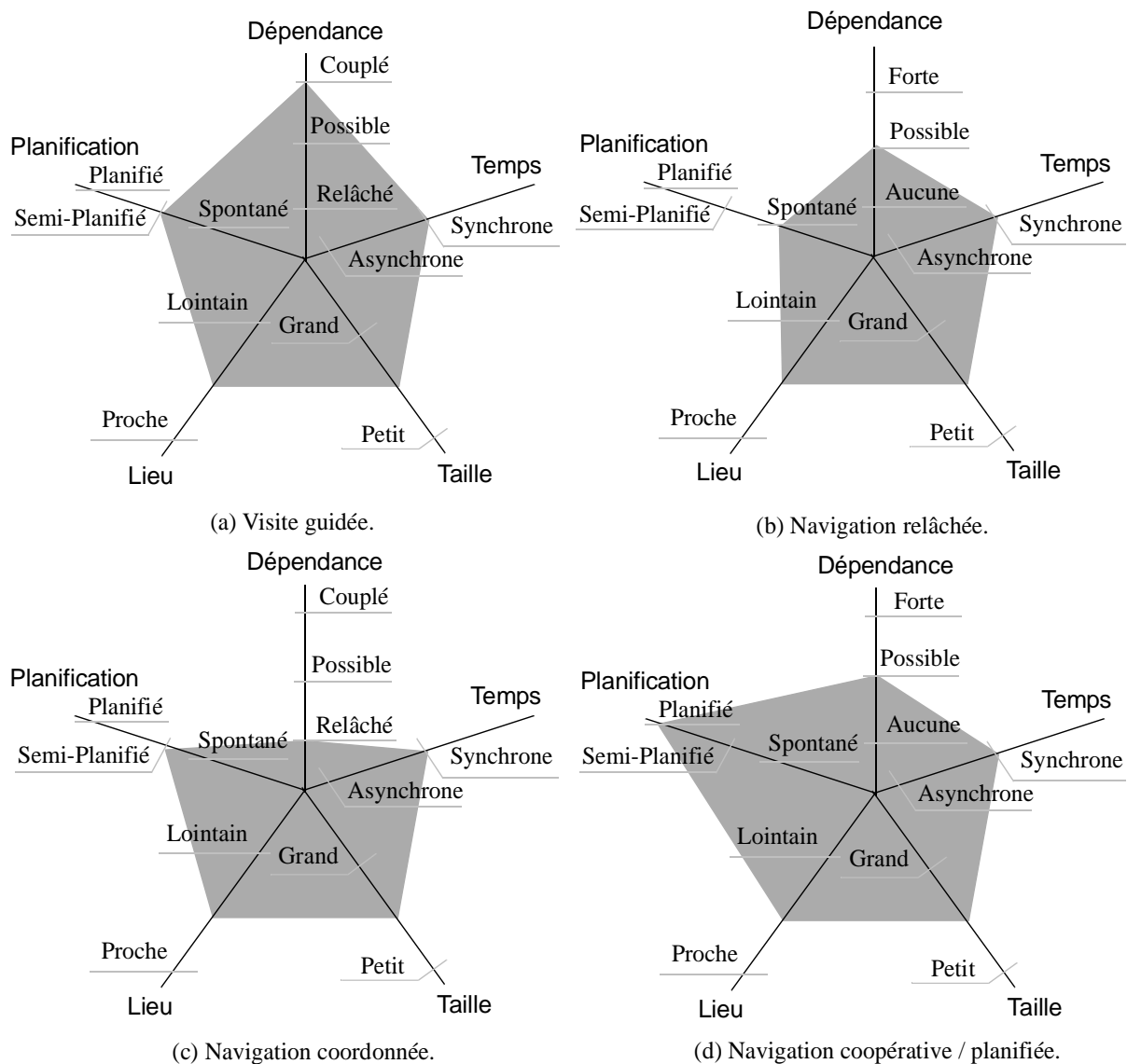


Figure 30 : Les situations d'interaction des quatre types de navigation.

- les opérations :
 - les opérations usuelles de navigation sur le World Wide Web (aller à une adresse, retourner à une page, etc.),
 - déplacer son avatar,
 - rencontrer un autre avatar,
 - sélectionner un avatar,
 - prendre en main la navigation d'un autre utilisateur.

- **Les situations d'interaction :**

Chaque polygone de la Figure 30 représente un type de navigation : visite guidée, navigation relâchée, coordonnée et coopérative/planifiée. En fait, nous explicitons ici les différences entre les types de navigation. Toutes ont en commun la taille du groupe (qui est quelconque), la localisation des personnes (du réseau local au réseau mondial) et la synchronisation : les discussions et les visites sont en "temps réel". La différenciation se fait au niveau des deux axes "Temps" et "Dépendance" :

- *Temps :*

une navigation coopérative/planifiée (Figure 30 (d)) est une quête d'information qui doit être réfléchie, décidée avant d'agir, c'est-à-dire planifiée. A l'opposé, une navigation relâchée (Figure 30 (b)) est spontanée, c'est une réponse à une demande d'aide, c'est une offre spontanée à une personne qu'on rencontre. Entre les deux, la navigation coordonnée (Figure 30 (c)) et la visite guidée (Figure 30 (a)) sont semi-planifiées : en effet les groupes se constituent soit parce que les gens se connaissent en navigation coordonnée, soit parce que quelqu'un décide de devenir guide, et que cela suppose qu'il sait où il va se déplacer.
- *Dépendance du travail de chacun :*

la dépendance la plus forte est celle qui existe entre les utilisateurs guidés et le guide. C'est le guide (Figure 30 (a)) qui décide où va le groupe. En fait, la production d'information est ici réalisée par la démarche du guide : il emmène le groupe vers des sources d'information. Le groupe n'acquière donc de l'information que si le guide dirige le groupe vers l'information. Dans une navigation coordonnée (Figure 30 (c)), tout le monde travail de façon équivalente, mais aussi de façon indépendante : les collaborateurs d'une navigation partagée se découpe un espace d'information, puis chacun de leur côté, ils explorent individuellement le sous-espace qui leur a été attribué pour pouvoir ensuite communiquer les résultats de leur recherche. Entre les deux, il y a la navigation coopérative/planifiée (Figure 30 (d)), où il y a un chef de session qui n'a pas autant d'emprise sur le groupe qu'un guide, mais qui peut tout de même regrouper tous les utilisateurs sur une source d'information intéressante. Parallèlement, quand on est dans une navigation relâchée (Figure 30 (b)), on dépend de la personne qu'on suit, mais l'utilisateur peut tout de même faire autre chose, comme "papillonner".

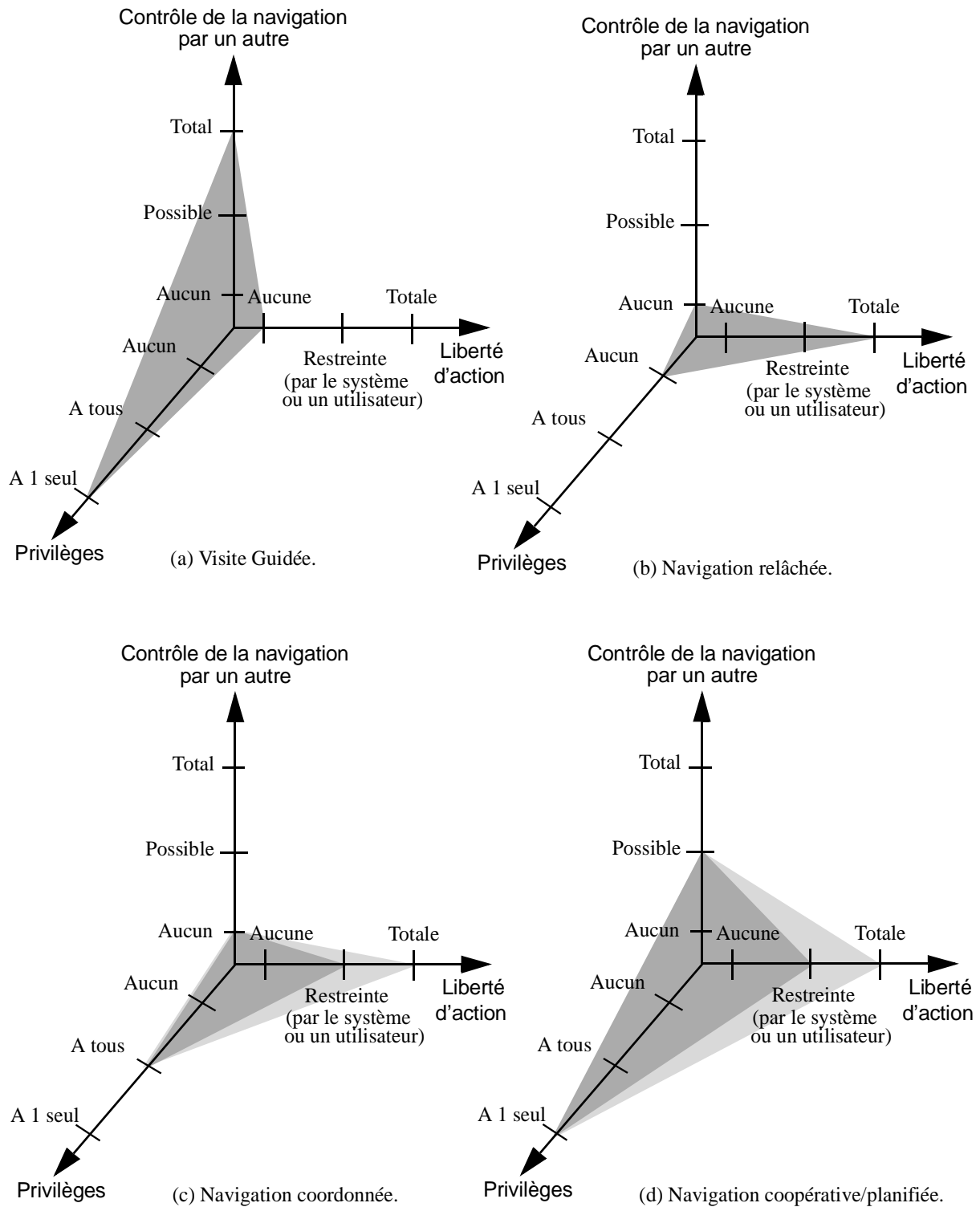


Figure 31 : Les protocoles d'interaction humaine des quatre types de navigation.

- **Les protocoles d'interaction humaine :**

En ce qui concerne les protocoles d'interaction, nous avons adapté les critères définis par le *Denver Model*, tout en y ajoutant un nouveau : privilèges (*leadership*). En effet, nous avons défini le critère "Contrôle de l'interaction" (*Floor Control*) par le critère "Contrôle de la navigation par un autre", et le critère

“Style de la rencontre” (*Meeting Style*) par le critère “Liberté d’action”. Le critère “Privilèges” définit, au cours de l’interaction, les utilisateurs qui disposent de droits supplémentaires, qui leur permettent, par exemple, de prendre le contrôle de la navigation sur un autre.

Chaque polygone de la Figure 31, représente chacun un type de navigation : navigation relâchée et coordonnée, coopérative/planifiée et la visite guidée. Tous ont en commun les caractéristiques suivantes (représentées sur les diagrammes de la Figure 31) : la taille du groupe (qui est quelconque), les formalismes de communication et la résolution de conflits. Les utilisateurs sont libres pour résoudre d’éventuels conflits, ceci justifie alors le niveau élevé attribué à cette composante (en fait infini). Nous avons en effet décidé de ne pas injecter de règles sociales dans notre système. Les seules différences se font au niveau du contrôle des outils de navigation par le groupe, de la liberté d’action et des privilèges accordés à certains utilisateurs :

- Dans le cas de la visite guidée (Figure 31 (a)), le guide mène la navigation pour l’ensemble des membres. Il est le seul à posséder tous les droits (Figure 32). Ainsi son contrôle sur l’ensemble des membres est total et par conséquent les utilisateurs n’ont aucune liberté d’action sur la navigation.
- Dans le cas de la navigation relâchée (Figure 31 (b)), la liberté d’action pour tout utilisateur est totale, sachant que personne ne peut prendre le contrôle sur un autre (mais comme cela a été expliqué dans la description des situations d’interaction, l’utilisateur peut donner temporairement le contrôle à un autre). Il n’y a aucun privilège attribué à qui que ce soit.
- Dans le cas de la navigation coordonnée (Figure 31 (c)), le créateur du groupe peut décider si le système doit ou non restreindre automatiquement la zone à explorer pour chaque utilisateur. Ce choix se traduit à la Figure 31 par un enchevêtrement de zone de couleur. Pour l’utilisateur, cette restriction se traduit par un espace d’information à visiter plus réduit. Dans ce type de navigation, tous les utilisateurs ont les mêmes privilèges, à savoir que n’importe quel membre peut décider, si quelqu’un peut devenir ou non un nouvel élément du groupe. D’autre part, personne ne peut prendre le contrôle de la navigation d’un autre.
- Dans le cas de la navigation coopérative/planifiée (Figure 31 (d)), et contrairement aux types de navigation précédents, ce groupe dispose d’un unique responsable, disposant seul de tous les privilèges. Le chef de session (la Figure 32 indique les protocoles d’interaction qui caractérise sa navigation), créateur du groupe, peut à tout moment prendre le contrôle du groupe pour le téléporter là où il se trouve (d’où la valeur “possible” attribuée à cette navigation sur l’axe “contrôle de la navigation”). Le responsable peut décider s’il laisse une liberté d’action totale à tous les utilisateurs ou si au contraire il décide de partager l’espace. Dans ce dernier cas, c’est lui-même qui attribue les portions de l’espace à explorer (de même, ce choix s’illustre sur le schéma par des zones de couleurs différentes).

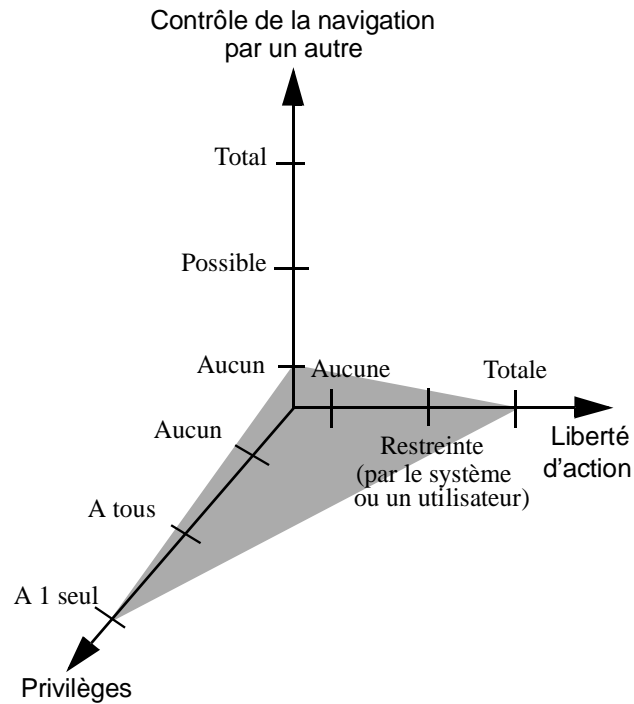


Figure 32 : Situations d'interaction pour le guide dans le cas de la visite guidée et le chef de groupe dans le cas de la navigation coopérative/planifiée.

Ainsi, en appliquant le *Denver Model*, nous avons caractérisé les différentes tâches de navigation collaborative, en grande partie du point de vue des interactions. Dans une deuxième étape, il est maintenant nécessaire de caractériser la conscience de groupe (*awareness*), et les critères d'observabilité à respecter : ceci fait l'objet de la partie suivante.

IV. Critères d'ergonomie

Les critères d'ergonomie sont un raffinement d'un des critères de qualité de Génie Logiciel : l'*utilisabilité* [Abowd 1992]. Ceux-ci sont très largement employés dans la conception des systèmes en IHM. Ces critères s'organisent autour de trois familles de facteurs [Dubois 1997] : apprentissage, souplesse et robustesse.

Dans cette partie, nous nous intéressons à des critères d'ergonomie spécifiques aux collecticiels. Cependant, certains critères applicables aux systèmes mono-utilisateurs doivent être aussi vérifiés.

- **L'Observabilité publiée :**

“L'*observabilité publiée* caractérise le fait que les variables d'état personnel sont rendues observables si et seulement si le propriétaire autorise la publication” [Salber 1995]. L'*observabilité publiée* est un cas particulier de l'*observabilité* dans le sens où elle concerne l'utilisateur et non le système. Dans notre cas, ce critère est très important. Des informations observables de l'utilisateur, nous considérons trois concepts importants :

- *Observable* : ce qui doit être perçu par tout utilisateur,
- *Publiable* : ce qu'un utilisateur décide de rendre observable de lui-même,
- *Filtrage* : la forme de ce qui est observable. Les informations ainsi filtrées donnent de l'utilisateur l'apparence qu'il a choisie.

La différence entre un filtrage et une information publiée se situe dans la véracité des informations : quand on publie une information, celle-ci est a priori exacte, quand on la filtre, on la modifie, on la modèle à sa propre façon.

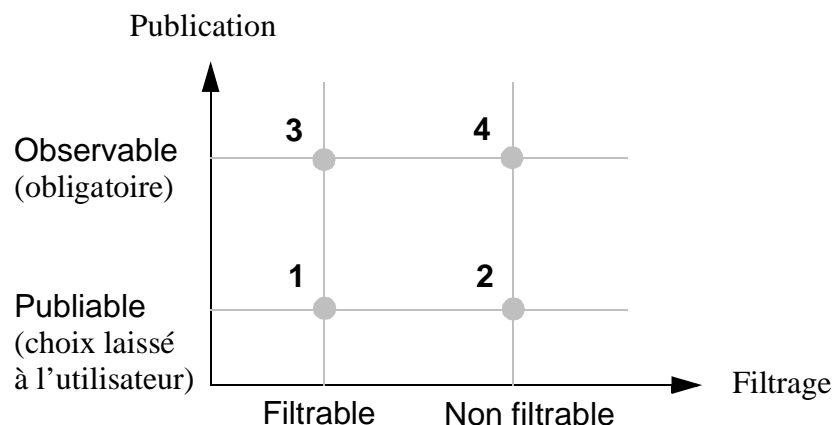


Figure 33 : Quatre niveaux d'observabilité [Nigay 1998].

L. Nigay [Nigay 1998] définit quatre niveaux d'observabilité, présentés dans la Figure 33 : les quatre niveaux sont définis suivants deux axes orthogonaux, *Filtrage* et *Publication*. Pour chaque entité, le concepteur doit décider quel niveau

d'observabilité est nécessaire pour que l'utilisateur puisse réaliser sa tâche tout en préservant son espace privé et celui des autres.

Nous distinguons les informations concernant un groupe des informations concernant un utilisateur :

- Informations caractérisant l'utilisateur :
 - une forme (représentation visuelle) : avatar, photographie, etc,
 - un nom : il s'agit ici d'un surnom ou d'un nom, au choix de l'utilisateur,
 - un historique : ensemble des pointeurs collectés pendant la navigation en cours, ou des marques (balises) qui ont été déposées pendant la navigation,
 - des informations sociales : ensemble des données sociales propres à l'utilisateur telles que la profession, le nom, l'adresse, l'e-mail, etc,
 - le groupe auquel il appartient (s'il est seul, alors c'est lui-même).
- Informations caractérisant un groupe :
 - une couleur,
 - un nom,
 - une liste de membres,
 - un statut (navigation relâchée, partagée, planifiée ou visite guidée),
 - des informations sociales : ensemble des données sociales propres au groupe,
 - un responsable de groupe : le chef de session pour la navigation planifiée ou coordonnée, le guide pour la visite guidée.

Tableau 1: Matrice des concepts observables.

	Seul	Membre avec privilèges	Membre sans privilèges
Avatar	4	4	4
Nom de l'utilisateur	4	4	4
Historique (personnel)	1	1	1
Historique (groupe)	N/A	1	4
Informations sociales (personnel)	3	3	3
Informations sociales (groupe)	N/A	3	4
groupe (couleur, nom, statut, etc.)	N/A	4	4

Suivant les quatre niveaux d'observabilité, nous détaillons, dans le Tableau 1, les informations publiables et filtrables pour soi et pour son groupe, en fonction de son appartenance à un groupe et en fonction du rôle au sein du groupe. Sachant qu'aucun contrôle de l'identité réelle de l'utilisateur n'est effectué, nous avons jugé qu'il était inutile de laisser à celui-ci la possibilité de filtrer des informations telles

que son nom, sa forme ou les informations caractérisant le groupe (couleur, nom, liste des membres, type de navigation et responsable) auquel il appartient. De plus toutes ces informations doivent être observables car elles assurent la validité de la propriété d'*awareness*. Ces choix se traduisent par l'affectation de la valeur 4 dans le tableau, quelque soit le statut de l'utilisateur, pour l'avatar, le nom de l'utilisateur et les informations caractérisant le groupe (son nom, sa couleur, etc.).

Quelque soit son statut, l'utilisateur a la possibilité de contrôler totalement la publication et le filtrage des informations concernant son activité au travers de son historique, ce qui justifie la valeur 1 pour toute la ligne "historique (personnel)". En ce qui concerne les informations sociales propres à l'utilisateur, nous jugeons qu'il est nécessaire qu'elles soient observables, mais filtrables (ce qui est implicite, puisque l'utilisateur décide seul du contenu). Ce qui se traduit par la valeur 3 pour toute la ligne "informations sociales (personnel)".

Concernant l'historique de groupe, le statut est le même pour le membre disposant de privilèges et pour un simple utilisateur non-membre. Par contre si l'on ne dispose d'aucun privilège, il est impossible d'agir sur le filtrage et l'observabilité de l'historique. Le cas des informations sociales du groupe est similaire à celui que nous venons d'évoquer, sauf que quelque soit le cas (avec ou sans privilège), ces informations doivent être observables.

Nous organisons l'ensemble des concepts observables pour le groupe et l'utilisateur, que nous venons de présenter, suivant les espaces du *Clover Model*. Cette organisation est nécessaire pour ensuite structurer les tâches suivant ces espaces (partie suivante):

- observabilité et production : il s'agit des résultats accumulés, mais aussi du processus de recherche de l'information, de la façon de procéder.
- observabilité et coordination : ce sont les informations concernant le groupe tels que la liste de ses membres, le rôle de chaque membre, son type de navigation.
- observabilité et communication : les dialogues échangés, passés ou présents.
- **Awareness :**
La notion d'*awareness* peut se traduire par "conscience de groupe", mais ce n'est qu'une approximation de sa véritable signification (nous conserverons donc la terminologie anglaise). "L'*awareness* traduit la possibilité pour chaque utilisateur d'être informé de l'état ou des actions des autres utilisateurs de façon périphérique" [Salber 1995]. Cette notion est essentielle dans le cadre de la navigation collaborative synchrone, car publier l'activité de chaque individu, c'est-à-dire, plus généralement, publier l'activité collaborative est en soi une source d'information qui ajoute une valeur sociale à l'information. Cela peut, par exemple, se traduire par la présence d'un groupe de personnes sur une page, ce qui peut nous influencer à aller la voir, car elle suscite de l'intérêt. Ce genre de phénomène est observable au quotidien, lorsque de la rue nous voyons un groupe, nous sommes tentés d'aller voir ce qu'il s'y passe. Dans le système que nous proposons, l'*awareness* est caractérisée de différentes façons, suivant les espaces

du *Clover model* (description du modèle dans le chapitre II, paragraphe II.2) :

- awareness et coordination : le mouvement des avatars (représentant les utilisateurs) dans l'espace d'information,
 - awareness et communication : les dialogues dans le forum de discussion,
 - awareness et production : les résultats accumulés (si toutefois ils sont publiés).
- **Contrôle d'accès :**
Le contrôle des outils est différent suivant que l'on est membre d'un groupe (voire responsable) ou juste un utilisateur sans groupe. Dans les groupes disposant d'un responsable, celui-ci a le pouvoir de modifier l'information concernant le groupe, ainsi que le pouvoir de décider si un individu peut devenir ou non-membre du groupe. Dans les groupes sans responsable, tous ont les mêmes pouvoirs de décision. Seule la visite guidée est un cas particulier, où les membres n'ont aucun pouvoir, sachant que le privilège du guide est de prendre d'autorité le contrôle sur tous les autres.
 - **Honnêteté du système et contraintes WYSIWIS :**
De part nos choix d'architecture, un système client-serveur centralisé, nous sommes capables de proposer un système WYSIWIS (*What You See Is What I See*) (quasi) stricte. En effet, lorsqu'un avatar se déplace dans l'espace ou que quelqu'un envoie un message dans le forum de discussion, instantanément l'autre perçoit cette information. Des tests de robustesse du système, que nous avons réalisés (non décrits dans cette étude), le confirment. Ce type d'architecture nous assure de plus que l'état du système représenté est conforme à la réalité, ce qui lui donne cette propriété d'honnêteté. En effet, le noyau fonctionnel étant localisé au niveau du serveur, nous sommes capables d'assurer la validité de cette propriété. Nous présentons plus en détail cette architecture dans le chapitre suivant.

V. Etude des tâches de navigation

A partir de l'identification des concepts manipulables et de la description des interactions pour chaque type de navigation, que nous avons décrits dans les deux parties précédentes, il convient d'élaborer les tâches de navigation. Une description complète de ces tâches est réalisée dans le paragraphe V.3. Nous proposons une introduction à l'analyse de la tâche dans le paragraphe V.1. Dans cette introduction nous présentons notamment le formalisme HTA (*Hierarchical Task Analysis*) à partir duquel, dans une version adaptée et orientée collectif, nous avons élaboré tous nos arbres de tâches, disponibles en Annexe B. Le paragraphe V.2 présente notre version adaptée de ce formalisme.

V.1 Analyse de la tâche

V.1.1 Définition et méthode

L'objectif de l'analyse de la tâche est de décomposer une action complexe en un ensemble structuré de sous-tâches jusqu'aux tâches élémentaires, en prenant en compte les concepts manipulés au cours de l'interaction. Une tâche est donc définie par un but, l'état que l'on souhaite atteindre, et une procédure pour atteindre ce but. Une tâche est élémentaire si elle est décomposable en actions physiques.

Pour élaborer un modèle de tâche, il est nécessaire d'identifier les concepts élémentaires et étudier les opérations applicables sur ces concepts. Dès lors, il ne reste plus qu'à décomposer chaque tâche en une hiérarchie de tâches, soumise à des règles de composition.

V.1.2 Notations

Il existe de nombreux formalismes et notations tels que UAN (*User Action Notation*, [Hartson 1992]) ou MAD (*Méthode Analytique de Description*, [Scapin 1990]). Nous employons dans notre étude la notation HTA (*Hierarchical Task Analysis*, [Shepherd 1989]). Les principaux opérateurs de cette notation sont présentés à la Figure 34.

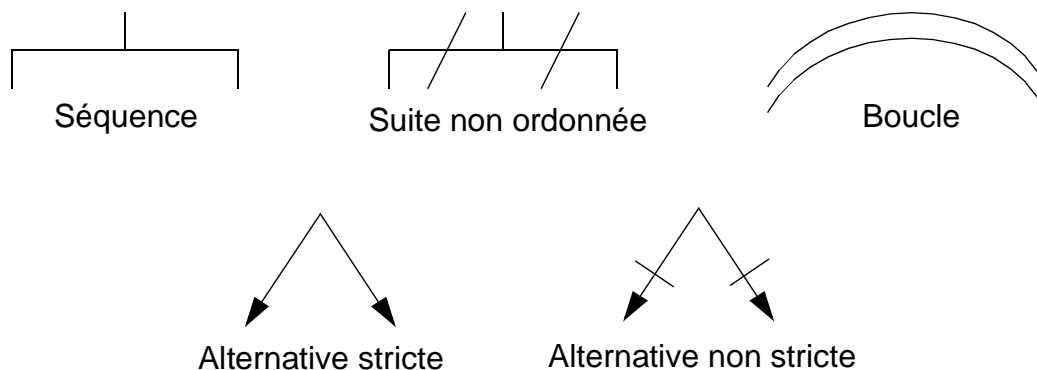


Figure 34 : Notation HTA.

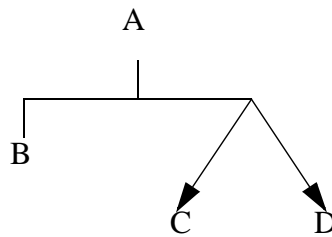


Figure 35 : Exemple d'utilisation de la notation HTA.

Pour illustrer l'emploi de cette notation, considérons l'arbre de tâche présenté à la Figure 35 : pour réaliser la tâche A, il est nécessaire de réaliser en séquence la tâche élémentaire B puis une des deux tâches élémentaires, C ou D.

Nous avons choisi cette notation parce qu'elle offre suffisamment de souplesse pour nous permettre l'organisation des tâches suivant le *Clover Model*, ce que nous présentons dans le paragraphe suivant.

V.2 Organisation des arbres de tâches suivant le *Clover Model*

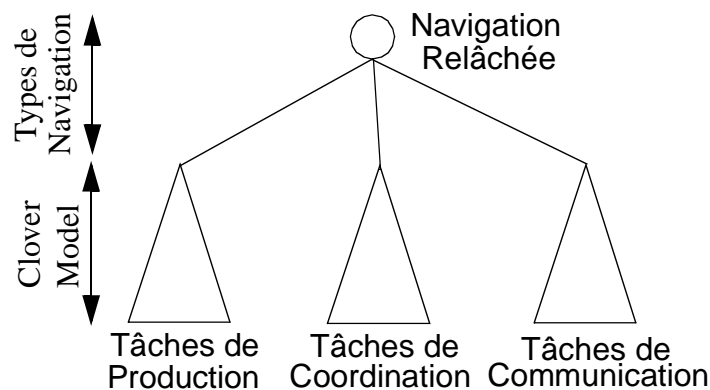


Figure 36 : Structuration des arbres de tâches suivant le *Clover Model*.

A l'origine, la notation HTA n'a pas été conçue pour définir des hiérarchies de tâches collaboratives. Mais, cette notation offre, par sa simplicité, les outils pour l'adapter à nos besoins. Ainsi, nous avons structuré transversalement la hiérarchie suivant les espaces du *Clover Model* [Salber 1995], comme le montre la Figure 36, mais aussi verticalement selon les types de navigation. La résultante est une double décomposition des tâches suivant ce même modèle. Par exemple, pour les tâches réalisables par tous les utilisateurs (Figure B.1), nous pouvons observer que la tâche "donner de l'aide" est une tâche de production dont la sous-hiérarchie est elle-même composée de tâches élémentaires relatives à un des espaces du modèle : "Percevoir la demande d'aide" pour la coordination, "Dialoguer" pour la communication et "Prise en main de la navigation" pour la production.

V.3 Description des tâches de navigation et des tâches communes

Dans ce paragraphe, nous détaillons l'ensemble des tâches de navigation et les tâches utilisateur communes à tous, en tentant de rendre cohérent leur structure.

V.3.1 Navigation relâchée

L'arbre de tâche correspondant aux tâches de navigation relâchée est présenté à la Figure B.4. L'ensemble des tâches réalisables sont présentées en séquence :

- Créer ou joindre un groupe.
- Tâches possibles :
 1. Tâches élémentaires de communication.
 2. Tâches de coordination
 - quitter le groupe.
 - donner / reprendre la main à quelqu'un : si l'on s'absente, il est possible de donner la main à un membre du groupe pour qu'il nous emmène là où il navigue.
 - visualiser les membres du groupe.
 3. Tâches de production
 - mettre à jour / publier la base d'information.
 - naviguer.

V.3.2 Visite guidée

L'arbre de tâche correspondant aux tâches de la visite guidée est présenté à la Figure B.2 et à la Figure B.3. Deux types de tâches sont alors possibles, Suivre un guide ou Assurer le rôle de guide:

- Suivre un guide :
 1. Sélectionner un guide ou un groupe.
 2. Fusionner avec le groupe préexistant ou former un nouveau groupe, qui correspondent aux métaphores : s'associer à une visite en cours ou commencer une visite.
 3. Donner la main au guide (implicite).
 4. L'utilisateur peut alors exécuter les tâches suivantes autant de fois qu'il le souhaite :
 - tâches élémentaires de communication.
 - se détacher d'un groupe.
 - visualiser l'ensemble des membres du groupe.
 - visualiser les informations que montre le guide.
- Assurer le rôle de guide :

1. former un groupe avec l'utilisateur qui nous a choisi.
2. Tâches possibles :
 - tâches élémentaires de communication.
 - cesser d'être guide.
 - lister l'ensemble des membres du groupe.
 - naviguer pour l'ensemble des membres du groupe.

V.3.3 Navigation coordonnée

Dans ce type de navigation, aucun membre du groupe ne peut prendre de façon autoritaire la main sur un autre. L'arbre de tâche correspondant aux tâches de navigation coordonnée est présenté à la Figure B.6. L'ensemble des tâches réalisables sont présentées en séquence :

- Créer un groupe et partager l'espace ou rejoindre un groupe par l'intermédiaire d'une requête soumise à un membre.
- Tâches possibles :
 - tâches élémentaires de communication.
 - quitter le groupe / repartager l'espace.
 - définir l'observabilité du groupe.
 - mettre à jour / publier la base d'information du groupe.
 - se téléporter là où se trouvent un ou plusieurs membres du groupe.

V.3.4 navigation planifiée/coopérative

Dans ce type de navigation, le groupe dispose d'un chef de session qui se désigne à la création du groupe. L'arbre de tâche correspondant aux tâches de navigation coordonnée est présenté à la Figure B.5. L'ensemble des tâches réalisables sont présentées en séquence :

- création du groupe et partage de l'espace / intégrer le groupe en demandant l'autorisation au chef de session.
- tâches possibles :
 1. tâches élémentaires de communication.
 2. visualiser les membres du groupe.
 3. mettre à jour la base d'information du groupe.
- Le chef de session peut exécuter les tâches suivantes :
 - définir l'observabilité du groupe.
 - accepter un nouveau membre.
 - téléporter le groupe.
 - publier la base d'information du groupe.

V.3.5 Organisation des tâches élémentaires

1. Tâches de communication :

- dialoguer avec un autre utilisateur, ou avec plusieurs personnes, avec tout un groupe ou avec plusieurs groupes.
- répondre à une demande de dialogue.
- définir son niveau de disponibilité (accessibilité).

2. Tâches de coordination :

- constituer un groupe :
 1. sélectionner des personnes (ou un plusieurs groupes préexistants).
 2. émettre la volonté de faire partie du nouveau groupe.
- s'intégrer à un groupe :
 1. sélectionner un membre ou un responsable d'un groupe ou un groupe.
 2. formuler une requête (dialoguer) d'entrée dans un groupe.
 3. attendre/recevoir l'autorisation du groupe.
- autoriser un utilisateur à rejoindre son propre groupe :
 1. aviser le responsable de groupe [optionnel].
 2. attendre/recevoir l'accord du responsable [optionnel].
 3. ajouter l'utilisateur à la liste des membres.
 - se référencer comme étant un guide potentiel.
 - visualiser/lister une personne ou les membres du groupe.
 - définir son niveau d'observabilité.
- définir l'observabilité du groupe, avec des conséquences sur l'observabilité de chacun des membres.

3. Tâches de production

- donner des conseils de façon spontanée à un utilisateur :
 1. sélectionner une ou plusieurs personnes, un ou plusieurs groupes ou tout le monde.
 2. formuler une proposition d'aide (dialogue).
- demander des conseils ou de l'aide à un utilisateur ou à un groupe :
 1. sélectionner une ou plusieurs personnes, un ou plusieurs groupes ou tout le monde.
 2. formuler la requête.
 3. réagir aux réponses :
 - ajouter un repère ou une annotation dans la vue de l'espace d'information.

- autoriser la mise à jour de ses "bookmarks" (livre des liens internet).
 - se faire guider en donnant la main à la personne qui propose l'aide (cf. visite guidée).
- réagir à une personne demandant de l'aide :
 1. percevoir la demande.
 2. proposer les différentes manières de répondre : ajouter un repère, modifier les "bookmarks", ou prendre en main.
 - naviguer seul (tâches usuelles de navigation).
 - décider s'il faut publier la base d'information qui a été collectée (persistance de l'information).

VI. Conclusion

VI.1 Respect des contraintes énoncées

En introduction, nous avons détaillé une liste de contraintes liées aux collecticiels et plus particulièrement à la navigation collaborative. Voici dans quelle mesure, les solutions apportées tentent de les respecter :

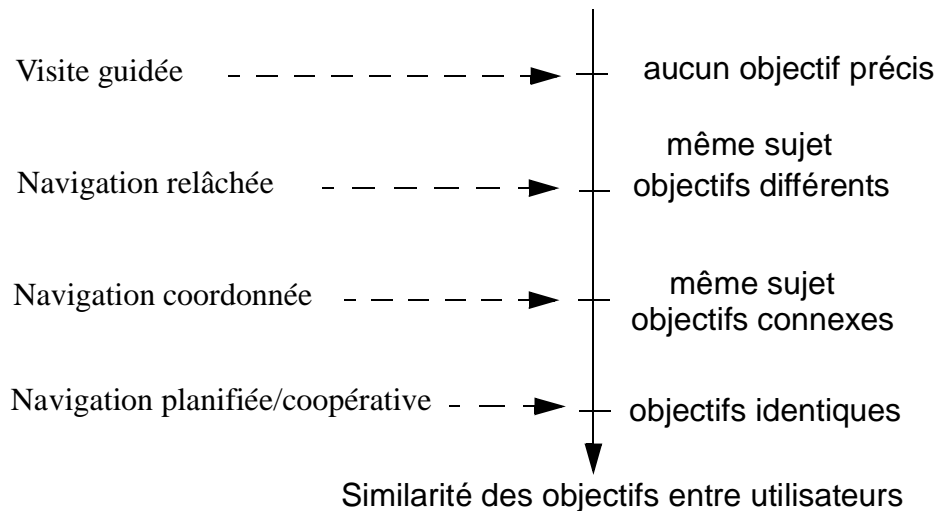


Figure 37 : Echelle des objectifs.

- La diversité des objectifs : comme le montre la Figure 37, à chaque catégorie, nous associons le type de navigation qui correspond le mieux. Cette échelle est totalement qualitative, car elle ne peut répondre exactement à tous les besoins. Cependant elle satisfait les besoins suivant le degré de connaissance entre utilisateurs.
- La différence des niveaux d'expertise : le cas classique est le lecteur perdu dans une bibliothèque qui fait appel au bibliothécaire, voire à ses voisins. La visite guidée, dans un premier temps, et tous les autres types de navigation existent pour que l'utilisateur apprennent à se servir des outils et à mener une recherche efficace, par une utilisation, en parallèle, des moyens de communication, toujours disponibles.
- La multiplicité des contextes et la résolution des conflits : nous avons volontairement décidé de ne pas injecter de règles sociales dans le système, ce qui impose aux utilisateurs de résoudre les conflits. Cependant, les navigations coordonnée et planifiée/coopérative reposent sur le principe de confiance : pour qu'un utilisateur entre dans le groupe, de manière informelle, il doit acquérir la confiance d'un membre ou du responsable, car ce sont eux qui acceptent ou non sa candidature.
- La connaissance des uns des autres : cette contrainte est connexe à la précédente et au problème de convergence d'objectif. En effet, la recherche d'information sera

d'autant plus efficace si chacun a une confiance en l'autre, les mêmes objectifs, c'est-à-dire une forte conscience de groupe.

VI.2 Premiers éléments de contribution

A ce stade, nous avons défini quatre types de navigation collaborative, à partir d'études ethnographiques : la visite guidée, la navigation relâchée, la navigation coordonnée et la navigation planifiée/coopérative. Nous avons caractérisé ces navigations en appliquant le *Denver Model*, nous permettant de définir exactement les situations d'interaction et les protocoles d'interaction humaine pour chaque navigation.

Pour cela, nous avons proposé une version adaptée du *Denver Model* pour qu'il réponde plus particulièrement au type de collectif analysé dans cette étude. Cette adaptation s'est traduite par une définition plus appropriée des critères "Style de la rencontre" (*Meeting style*) et "contrôle de la session" (*Control Management*) par les critères "Liberté d'action" et "Contrôle des outils de navigation" pour la caractérisation des protocoles d'interaction humaine. Nous avons, de plus, proposé un critère supplémentaire, "Privilèges", qui fait apparaître les relations entre les différents rôles que peuvent jouer les membres d'un groupe. Ainsi nous avons dû faire la distinction entre des différents types de protocoles d'interaction suivant ces rôles. Ces résultats apportent une vue plus précise de la définition des types de navigation proposée par [Laurillau 1999].

Nous avons ensuite étudié les critères d'ergonomie que doivent vérifier les interfaces pour chaque type de navigation. Ces critères nous ont permis d'identifier les concepts à manipuler dans l'interface et ainsi les tâches offertes par le système.

Enfin, nous avons proposé une structuration des concepts et des tâches suivant le *Clover Model*. Cette structuration nous a permis d'assurer un équilibre entre chaque type de tâches (communication, coordination et production) et de veiller à la cohérence de l'arbre. De plus cette structuration nous a permis d'organiser l'interface suivant le même schéma. L'interface et sa réalisation logicielle fait l'objet du chapitre suivant.

Chapitre VI : Réalisation logicielle

I. Introduction

A partir de l'identification des concepts manipulables et de l'analyse de tâches, nous avons défini les nouvelles spécifications de l'interface du système, que nous détaillons dans la partie II.

Avant de présenter notre solution technique pour la réalisation logicielle du système CoVitesse, nous expliquons pourquoi le WWW est une plate-forme adéquate pour la réalisation des collecticiels, ainsi que les problèmes techniques que cela pose. Nous présentons dans le paragraphe III.3 trois systèmes différents (BCSCW, ARTEFACT et *Web-collaborative kiosk*) qui permettent la collaboration sur le WWW. Nous insistons, en particulier, sur l'aspect technique de mise en oeuvre de ces systèmes.

Pour contraster avec ces solutions, nous proposons notre architecture dans la partie IV qui est structurée de la façon suivante : nous présentons l'architecture globale pour ensuite détailler l'architecture du serveur et celle du client dont les spécifications sont disponibles dans l'annexe D.

Dans la partie V, nous présentons deux points techniques de mise en oeuvre du système : le protocole réseau mis en place et la conception d'agent PAC en Java.

Nous terminons par une conclusion synthétisant les résultats présentés dans ce chapitre.

II. Spécifications Externes

II.1 Introduction

Les spécifications externes qui vont être décrites dans cette partie définissent l'interface en entrée et en sortie. Pour réaliser cette interface, nous nous basons sur l'analyse de la tâche présentée dans le chapitre précédent. L'organisation des concepts observables et des tâches suivant le *Clover Model* se retrouve dans la structuration de l'interface.

Nous avons défini notre interface en respectant les critères d'ergonomie définis à la fois pour les systèmes mono-utilisateurs et multi-utilisateurs. Nous avons particulièrement exploité les critères suivants :

- l'observabilité (décrite dans le chapitre V, partie IV.2),
- la cohérence des différentes fenêtres par uniformisation des représentations,
- le retour d'information proactif, pour minimiser les actions inutiles (par exemple, griser un élément du menu si l'action correspondante est désactivée ou inutile).

Cette partie est organisée de la façon suivante : une description de la fenêtre principale représentant l'espace d'information, puis une explication des enchaînements des différentes boîtes de dialogue correspondant à chaque tâche collaborative, et enfin un exposé des différents outils collaboratifs. Les copies d'écran décrites dans chaque partie sont disponibles en Annexe C. Elles sont numérotées "C.<numéro de figure>".

II.2 Connexion

Pendant une session, tout utilisateur est identifiable par la forme de son avatar (et sa couleur) et son nom. Ainsi, lors de la phase de connexion, tous les nouveaux arrivants doivent remplir un champ pour vérifier son nom (Figure C.7), et dessiner un avatar dans la zone prévue. Pour dessiner, il dispose de trois commandes de base : défaire et refaire (boutons *undo* et *redo*) le dernier point dessiné, et effacer le contenu de la zone dessin (bouton *clear*). Pour valider son avatar, il faut alors cliquer sur le bouton "*validate the drawn avatar*" et la forme devient alors pleine. Dès lors, pour modifier ce qui vient d'être validé, il suffit de cliquer sur le bouton "*edit the drawn avatar*". La réalisation de la forme de l'avatar est facilitée par deux messages qui indiquent la position du curseur dans la zone de travail et la position du dernier point dessiné.

La deuxième phase consiste à sélectionner son espace d'information qui peut être un espace prédéfini ou bien un nouvel espace construit à partir des mots clés spécifiés au préalable (géré par le système Vitesse).

Dès lors le bouton "*connection*" devient actif, et la fenêtre de connexion disparaît pour laisser place à la fenêtre principale du système CoVitesse.

II.3 Fenêtre principale : CoVitesse

D'un point de vue général, la fenêtre principale (Figure C.8) est composée de trois zones : l'espace d'information, le forum de discussion et les caddy pour y stocker les résultats recueillis. Ces zones représentent chacune une des composantes du *Clover Model* : espace de coordination pour l'espace d'information, espace de production pour la zone contenant les caddys et espace de communication pour le forum de discussion. Cette fenêtre dispose, de plus, d'une barre de menus que nous décrivons dans le paragraphe suivant.

II.3.1 Barre de menus

La barre de menus est organisée selon les catégories suivantes :

- *File* : depuis ce menu, il est possible de changer d'espace (*new space*), de sauvegarder les préférences (*Save Preferences*) telles que l'avatar, les filtres d'observabilité, et de quitter le système (*Quit*). Cette dernière action génère une boîte de dialogue de confirmation si les préférences et les résultats acquis doivent être ou non sauvegardés sur le serveur.
- *Edit* : ce menu propose les fonctionnalités classiques de copier, coller et couper.
- *Modalities* : cette liste contient l'ensemble des modalités disponibles pour représenter l'espace d'information, la modalité courante étant cochée. Cet ensemble de modalités est géré par le système Vitesse.
- *Actions* : ce menu regroupe toutes les actions collaboratives, activées suivant le type de groupe auquel l'utilisateur appartient ou sa position par rapport au groupe (si l'utilisateur désire entrer dans le groupe ou est déjà membre). Ces actions sont : créer un groupe (*Create group*), rejoindre un groupe (*Join group*), quitter un groupe (*Quit group*), accepter / refuser un membre (*Accept / Refuse a member*), donner / reprendre le contrôle de la navigation (*Give / Take control*).
- *Options* : deux commandes (*Personnal Preferences* et *Group Preferences*) sont disponibles pour définir les préférences propres à l'utilisateur ou au groupe auquel il appartient. Dans les deux cas, l'activation de la commande génère l'ouverture d'une boîte de dialogue.
- *Tools* : ce menu contient des outils d'aide à la collaboration : une liste d'utilisateurs et de groupes (*User/Group list*), le panier personnel contenant les informations collectées (*Personnal Caddy*), le panier du groupe contenant les résultats collectés par les membres (*Group Caddy*), un forum de discussion (*Chat room*) et deux "lentilles magiques" (*Social Lens* et *Information Lens*) pour obtenir des informations supplémentaires sur un élément de l'espace.
- *Help* : temporairement, ce menu ne propose qu'une boîte de dialogue donnant des informations sur la version du système.

Les différentes boîtes de dialogue et fenêtres, évoquées dans cette liste, sont décrites dans les paragraphes suivants.

II.3.2 L'espace d'information

L'espace d'information est géré par le système Vitesse. Par conséquent, nous ne décrivons pas en détail les différentes vues, ni sa structuration. Cependant, c'est dans cette zone que les avatars se déplacent. Lorsque l'on double-clique sur une page, automatiquement, celle-ci est chargée dans le navigateur et l'avatar se positionne dessus. Pour sélectionner une page comme intéressante, l'utilisateur dispose de deux moyens : soit il coche une des deux cases (celle de gauche pour le groupe, dont elle a la couleur ; celle de droite pour soi) en haut à droite du polygone, soit il réalise un "drag'n drop" du polygone dans un des deux caddies (que nous décrivons plus en détail dans le paragraphe II.3.4).

Il est possible de faire apparaître deux lentilles magiques au-dessus de l'espace d'information :

- *Information lens* : cette lentille donne des informations complémentaires pour une page telles que le nombre d'occurrences des mots clés, la taille en octets, la dernière date de modification et l'URL.
- *Social Information Lens* : celle-ci fait apparaître un histogramme représentant les opinions pour une page donnée. Les valeurs varient, de la droite vers la gauche, de "très mauvais" à "très bon", les votes étant cumulés au fur et à mesure. Au cours d'une session, tant que le groupe existe, le vote d'un des membres fait apparaître une barre de la couleur identifiant le groupe. Graphiquement, l'histogramme est dessiné en semi-transparence sur le polygone.

II.3.3 Le forum de discussion

Cette zone, de taille fixe, est composée d'une fenêtre affichant l'ensemble des messages, et d'une ligne de saisie. Pour filtrer la provenance des messages, il suffit de sélectionner les utilisateurs que l'on désire observer. Il est possible de faire apparaître une fenêtre contenant le même forum, indépendante de la fenêtre principale, pour obtenir une zone de communication plus importante.

II.3.4 Les caddies

Dans cette partie de la fenêtre, la zone comporte deux icônes représentant des caddies : un pour le groupe, et un pour soi. Celui pour le groupe est identifié par un carré plein, de la couleur du groupe, situé en dessous. Celui pour soi est identifié par son propre avatar qui lui aussi est affiché en dessous du caddy. Chaque caddy se remplit au fur et à mesure que l'on y ajoute des éléments. Dans cette zone de la fenêtre, nous pouvons observer la présence de deux bandeaux lumineux qui s'activent dès que quelqu'un nous envoie des messages ou dès que quelqu'un nous sollicite pour entrer dans notre groupe.

II.4 Créer un groupe

Pour faire apparaître la fenêtre de création de groupe (Figure C.9), il faut activer la commande *Create group* dans le menu *Actions*.

La première zone sert à définir les attributs du groupe tels que son nom, sa couleur (la sélection provoque l'apparition d'une palette de couleur), des informations et le type de navigation. La seconde zone sert à définir le filtre d'observabilité des résultats acquis. Il est possible d'indiquer si l'on souhaite publier ce filtre.

Le bouton *OK* ne devient actif que si tous les champs ont été correctement remplis. La commande devient alors inactive.

II.5 Joindre un groupe

Tout comme la création d'un groupe, pour joindre un groupe (Figure C.10), il faut activer la commande *Join group* dans le menu *Actions*.

Pour joindre le groupe désiré, il convient de sélectionner celui qui nous intéresse dans la liste. Dès que l'on en sélectionne un, tous les champs se mettent à jour : la couleur du groupe, les informations, le type de navigation et, selon le type de navigation, le nom du chef de session. Dès que l'on appuie sur le bouton *Ask joining*, la fenêtre disparaît au profit d'une boîte de dialogue nous invitant à patienter, le temps que quelqu'un réponde à la demande. Cette boîte n'apparaît qu'en navigation coordonnée et planifiée/coopérative. Bien sûr, il est toujours possible d'annuler la demande en cliquant sur le bouton *Dismiss*.

L'acceptation ou le refus est signalé par l'apparition d'une autre boîte de dialogue, en rappelant à quel groupe était adressée la requête. De plus, si l'espace est partagé, la zone de travail qui nous est assigné est visible, représentée par un ensemble de cases de couleur plus foncées, pour les mettre en relief par rapport aux autres. En cas de succès, la commande "Join group" devient inactive dans le menu "Actions".

II.6 Quitter un groupe

Pour quitter un groupe (Figure C.11), il faut activer la commande *Quit group* dans le menu *Actions*. Cette commande n'est disponible que si l'on appartient à un groupe.

Une boîte de dialogue demande confirmation, tout en rappelant à quel groupe nous appartenons.

II.7 Accepter / Refuser un membre

La commande *Accept/Refuse a new member* dans le menu *Actions* devient disponible que si l'on appartient à un groupe et que quelqu'un sollicite pour entrer dans le groupe.

La boîte de dialogue (Figure C.12) nous permet de donner l'autorisation (ou de refuser) à un utilisateur que l'on choisit dans une liste (en effet, il est possible d'avoir plusieurs demandes simultanément), en cliquant sur l'un des deux boutons *Refuse* ou *Accept*. Dans le cas d'une navigation planifiée/coopérative avec partage de l'espace, le chef de groupe dispose

de plus d'une zone représentant l'espace d'information dont il doit sélectionner une partie qui sera assignée au nouveau membre de l'équipe.

II.8 Donner / Reprendre le contrôle de la navigation

Dans le cas de la navigation relâchée, il est possible de donner le contrôle de sa navigation à un autre membre du groupe. Ainsi, pour donner la main, il suffit d'activer la commande *Give control* dans le menu *Actions* (Figure C.13). Il convient alors de sélectionner l'utilisateur dans une liste et de cliquer sur le bouton *Give*.

Pour reprendre la main, il suffit de refaire la même procédure et de cliquer dans la fenêtre *Take control* sur le bouton *Take*.

II.9 Préférences de l'utilisateur et du groupe

La fenêtre de réglage de préférences (Figure C.14) pour le groupe ou l'utilisateur est accessible par le menu *Options*, commande *User preferences* ou *Group preferences*.

Cette rubrique se découpe en deux volets : identification et observabilité. La partie identification rappelle le nom (modifiable uniquement par le créateur du groupe s'il est seul), l'avatar de l'utilisateur ou la couleur du groupe et le type de navigation. Cette zone propose de plus un champ *Informations* dans lequel il est possible de noter des informations d'ordre général. La seconde partie définit tous les critères d'observabilité applicable aux résultats collectés. Il est de plus possible de définir si l'on souhaite ou non publier le filtre d'observabilité.

Les modifications doivent être validées en cliquant sur le bouton *OK* qui sera actif à la première modification.

II.10 Caddy de l'utilisateur et du groupe

Les résultats collectés (Figure C.15) sont accessibles et visibles, en cochant *Personal caddy* ou *Group caddy* dans le menu *Tools*. Il est possible de visualiser les résultats collectés par d'autres en les sélectionnant dans la liste sous l'étiquette *Name*. Une ou deux case à cocher apparaissent en face de chaque résultat (une pour l'utilisateur et une pour le groupe), qui indique si l'on souhaite ou non conserver un résultat. Cette liste est en fait un ensemble de liens hypertextes cliquables. De plus, cette fenêtre rappelle les filtres d'observabilité appliqués à ces résultats.

II.11 Forum de discussion

Ce forum (Figure C.16) est le même que celui qui se trouve dans la fenêtre principale. Il est possible de retailler la zone de discussion, pour obtenir une plus grande surface pour communiquer. De plus, l'utilisateur dispose d'une palette d'utilisateurs, pour sélectionner les personnes à qui l'utilisateur désire envoyer ses messages.

II.12 Liste des groupes et utilisateurs

Cette double liste (Figure C.17) contient dans la première colonne la liste des groupes et la liste des utilisateurs seuls. Une simple sélection d'un groupe ou un utilisateur fait apparaître un menu contextuel qui permet de sélectionner ou désélectionner un groupe ou un utilisateur. Dès que l'on sélectionne un groupe, l'ensemble de ses membres apparaît alors dans la seconde colonne. Un double-clic sur un utilisateur entraîne une modification de la vue de l'espace d'information qui se centre sur l'avatar de la personne sélectionnée.

Pour plus de clarté, il est possible de lister les groupes en fonction de leur type de navigation, en choisissant le mode désiré dans le menu déroulant situé sous l'étiquette *Navigation type*.

III. Les solutions actuelles pour la conception de collecticiels sur le WWW

III.1 Le WWW : une bonne plateforme d'accueil pour élaborer des collecticiels

La plupart des collecticiels qui ont été élaborés dans des laboratoires de recherche sont sensibles au changement d'environnement [Bentley 1997]. Installer un collecticiel en dehors de son lieu de conception est une tâche complexe : il faut être capable de prendre en compte la diversité des machines, des systèmes d'exploitation, des différents types de réseaux. La base installée d'ordinateurs, surtout dans les entreprises, est nettement plus hétérogène que celle que l'on peut trouver dans un laboratoire offrant les meilleures conditions possibles. Cependant les entreprises sont demandeurs de systèmes coopératifs pour mettre en relation les équipes, qu'elles soient dans le bâtiment d'en face ou qu'elles soient à l'autre bout du monde.

Ainsi le WWW propose une couche totalement homogène permettant de relier tous les types de plates-formes [Bentley 1997]. Ceci est dû à l'existence :

- de clients (browsers) indépendant de la plate-forme d'accueil,
- d'une interface identique sur chaque plate-forme, dans le "look and feel" du gestionnaire graphique courant,
- d'un nombre croissant de serveurs, et en particulier de serveurs d'entreprises (InterNet et IntraNet).

Mais aussi, dû à [Dix 1996] :

- une mise à disposition des programmes sources des serveurs (par exemple, *Apache*) ou des navigateurs (par exemple, *Netscape*), qui appartiennent au domaine public,
- une mise à disposition des standards et protocoles qui définissent le WWW (par exemple, *HTTP* et *HTML*).

De plus, toujours selon A. Dix [Dix 1996], le WWW est en permanence visité par plusieurs millions d'individus. Or, tout collecticiel n'est efficace que s'il dispose d'un nombre d'utilisateurs supérieur à une masse critique, qui dans le cas du Web se trouve être largement dépassée.

Cette couche standardisée existe par l'assemblage de composants (*HTML*, *HTTP* et *CGI*) rendant indépendant de la plate-forme les échanges d'information. Cependant, comme nous allons le voir dans la partie suivante, ces composants offrent un ensemble très restreint de fonctionnalités, ce qui impose de nombreuses contraintes pour la réalisation de collecticiels.

III.2 Les contraintes liées aux limitations du WWW

Le WWW repose sur le système de client / serveur, le navigateur étant le client. Le protocole entre le client repose sur un système de requêtes exprimées dans le protocole HTTP. La description des informations échangées est exprimée dans le langage HTML, celles-ci pouvant subir des traitements par l'exécution de scripts CGI.

III.2.1 Le protocole HTTP (HyperText Transfer Protocol) et Le langage HTML (HyperText Markup Language)

“L’Hypertext Transfer Protocol (HTTP) est un protocole de niveau application suffisamment léger et rapide, pour la transmission de documents distribués et multimédia à travers un système d’information multi-utilisateurs. Il s’agit d’un protocole générique, orienté objet, pouvant être utilisé pour de nombreuses tâches, dans les serveurs de nom et la gestion d’objets distribués par l’extension de ses méthodes de requête (commandes). Une caractéristique d’HTTP est son typage des représentations de données, permettant la mise en oeuvre de systèmes indépendants des données y étant transférées “ [Berners-Lee 1996].

Le protocole HTTP est système simple constitué de deux types de requête : POST et GET. La première méthode consiste à envoyer de l’information au serveur et la seconde à demander de l’information (par exemple, une image, du texte, un son, etc.).

Cependant le serveur ne tient pas compte de l’historique des requêtes et ne conserve pas d’état pour chaque individu connecté [Bentley 1997]. Or, pour élaborer un collecticiel qui mette les utilisateurs en relation, il est nécessaire de conserver l’état de l’interaction. Il faut donc trouver une méthode pour contourner ce problème.

Les données ainsi échangées sont écrites dans le langage HTML qui sont en fait des portions de texte décorées par des balises, définissant leurs présentations, ainsi que des éléments de scripts (par exemple, javascript) pour les rendre plus dynamiques. Il s’agit d’un langage de description, qui, au fil des versions, offre de plus en plus de fonctionnalités.

Pour traiter, les données échangées, le serveur fait appel à des scripts, les “CGI”.

III.2.2 Les scripts d’exécution CGI (Common Gateway Interface)

“The Common Gateway Interface (CGI) is a standard for interfacing external applications with information servers, such as HTTP or Web servers. A plain HTML document that the Web daemon retrieves is static, which means it exists in a constant state: a text file that doesn’t change. A CGI program, on the other hand, is executed in real-time, so that it can output dynamic information” [CGI 1997].

Les scripts d’exécution CGI permettent d’augmenter les fonctionnalités du serveur Web. Comme le montre la Figure 38, il est alors possible d’interagir avec d’autres composants tels que les bases de données, des outils système, et bien d’autres encore. De plus leur écriture peut-être aussi bien réalisée dans un langage de script (par exemple, un langage shell, en Tcl, en Perl, etc) ou bien sous forme d’exécutable compilé (par exemple, en C ou en Java). Ce système offre une grande indépendance vis-à-vis de la plate-forme d’accueil.

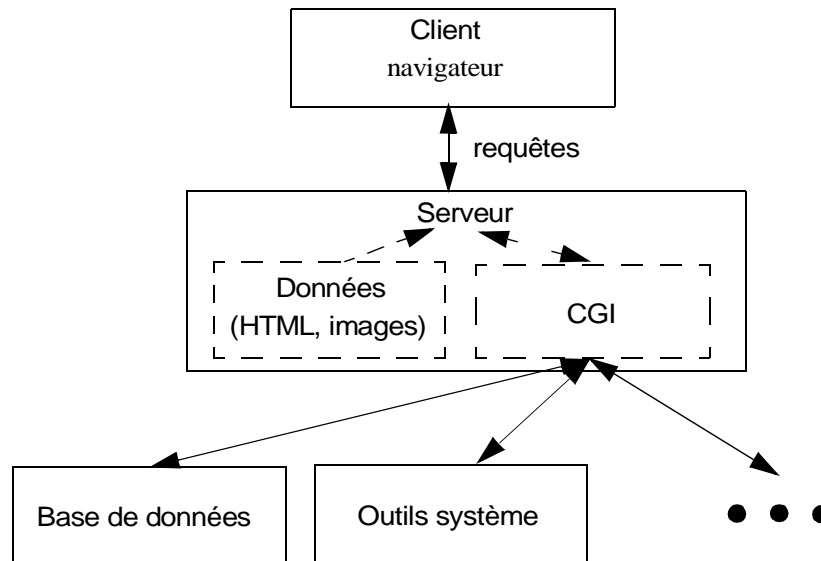


Figure 38 : La relation client-serveur sur le WWW.

C'est par une bonne utilisation de cette interface qu'il est possible de résoudre le problème de conservation d'états du système pour faire interagir les utilisateurs. Nous présentons dans le paragraphe suivant, des solutions d'implémentation qui se reposent sur ces mécanismes.

III.3 Les approches actuelles

III.3.1 BSCW shared Workspace System

Le but du système BSCW (Basic Support for Cooperative Work) [Bentley 1997] est de proposer un espace de travail partagé pour des équipes physiquement distantes. Cet espace est en fait une organisation hiérarchique de documents, écrits et réalisés par les différentes parties. Le système offre notamment la possibilité d'annoter et de commenter les documents, mais aussi de rendre perceptible (*awareness*) les modifications réalisées.

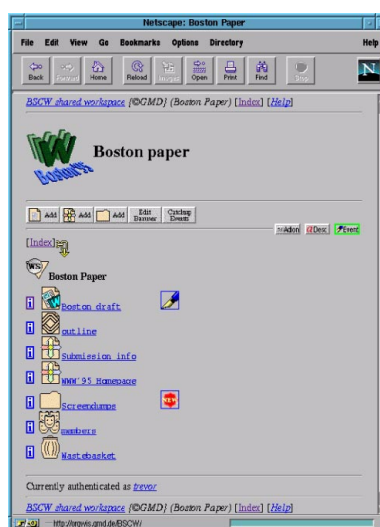


Figure 39 : Le système BSCW [Bentley 1997].

L'accès à l'espace partagé est calqué sur le principe de gestion des systèmes UNIX : un utilisateur est identifié par un mot de passe, un identifiant et un groupe auquel il appartient (en général, son groupe de travail). La vue sur l'espace partagé dépend du groupe dont il est membre, sachant que tous les membres ont la même vue. Par exemple, la Figure 39 montre l'organisation des documents depuis la racine. L'utilisateur dispose d'une barre de navigation située au-dessus du contenu du répertoire courant. La vue montrée concerne le papier "Boston Paper" : pour ce document, par exemple, la plume en face de l'icône symbolisant le document au format Word indique que quelqu'un a travaillé dessus depuis la dernière connexion. La corbeille, qui est pleine, nous informe que des éléments ont été supprimés par d'autres.

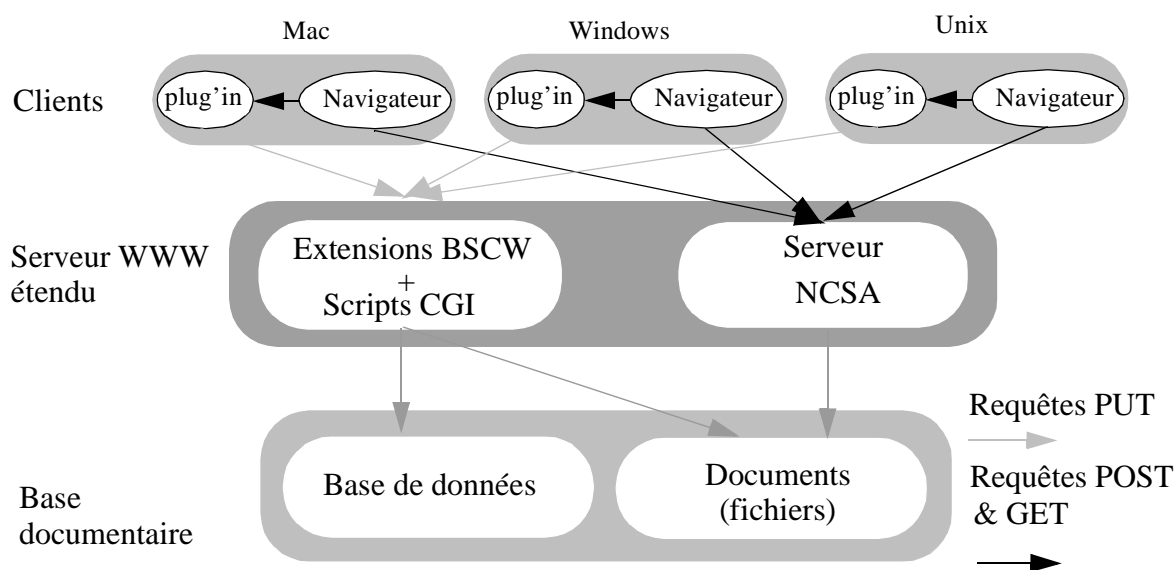


Figure 40 : Le système BSCW [Bentley 1997].

La conception de ce système repose sur trois points importants :

- L'élaboration de composants (*plug'in* dans la couche "Clients" de la Figure 40) spécifiques à chaque plate-forme d'accueil du client (MacOS, Windows, Unix, etc.) offrant une version étendue de la méthode PUT définie dans le protocole HTTP.
- L'extension du serveur WWW par l'écriture de scripts CGI (niveau "serveur WWW étendu" de la Figure 40) interfacant avec la base de données stockant l'espace partagé (niveau "base documentaire" de la Figure 40).
- L'organisation de la base documentaire comme une véritable arborescence d'un système de fichiers sous UNIX.

En résumé, l'approche proposée, pour permettre l'activité collaborative sur le WWW, est d'étendre le protocole HTTP (par la gestion de la méthode PUT) et par la création de scripts CGI adaptés pour communiquer.

III.3.2 Artefact

Le projet Artefact [Brandenburg 1998] propose une infrastructure orientée objets distribués. L'objectif principal est d'offrir un système capable de mettre en relation les utilisateurs via leurs clients WWW et le protocole HTTP, tout en minimisant les coûts induits par le temps de communication, et donc la taille des données transférées. Ce projet s'articule autour de la technologie CORBA.

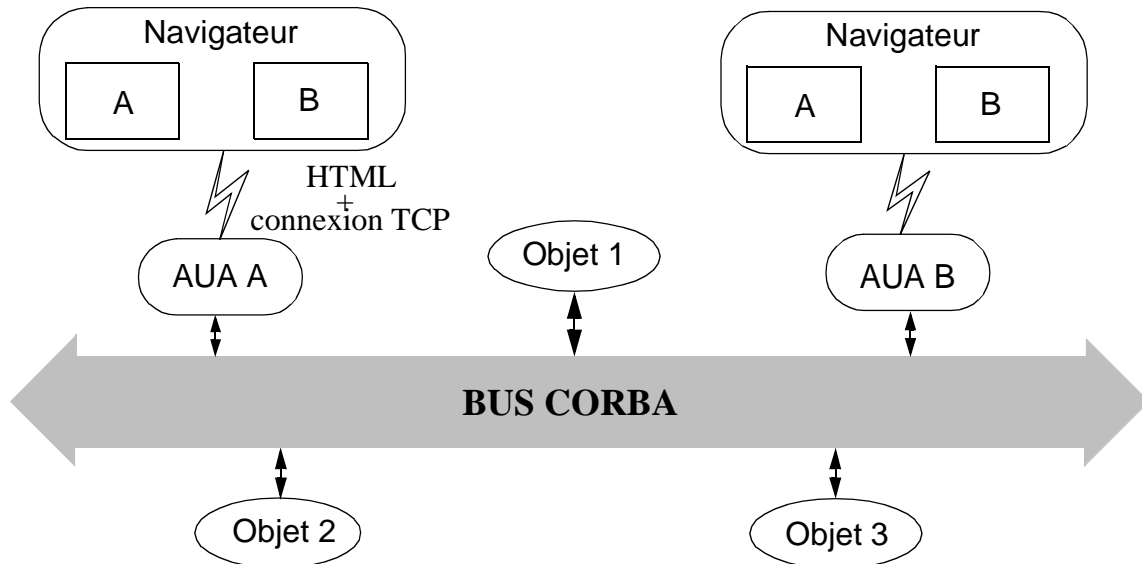


Figure 41 : Architecture d'Artefact [Brandenburg 1998]

Les *Artefact User Agent* (AUA) sont des composants logiciels qui sont la représentation objet de chaque utilisateur. Pour faire un parallèle avec les parties suivantes, ces composants constituent un noyau fonctionnel distribué, dont l'expression de l'état interne est l'interface représentée par le navigateur. Chaque agent (AUA) est identifié par une URL (*Uniform Resource Locator*) unique. Comme le montre la Figure 41, cet objet peut interagir, via le bus CORBA, avec d'autres objets ou d'autres agents (AUA). Le navigateur et la représentation fonctionnelle de l'utilisateur échangent des données selon le protocole HTTP. Le chargement d'une applet Java assure une connexion TCP pour mettre à jour l'interface (rechargement des pages) ainsi que les commandes de base.

Les objets distribués sont de différentes classes :

- des documents (par exemple, des pages WWW ou des fichiers),
- des conteneurs (par exemple, des boîtes, des portes-documents) pour y stocker d'autres objets distribués,
- des outils collaboratifs (par exemple, un tableau blanc, un navigateur partagé, un carnet d'adresses),
- des agents indépendants (par exemple, des robots pour la recherche d'information),
- des forums de discussions (par exemple, IRC, *Internet Relay Chat*).

III.3.3 Web-Collaboration Banking Kiosk

Pour aider les clients à distance, le projet *Web-Collaboration Banking Kiosk* [Kobayashi 1998] permet à l'opérateur de contrôler et d'agir sur le navigateur du client pour l'aider à remplir des formulaires nécessaires à la réalisation de transactions. L'activité collaborative est représentée par l'existence de télépointeurs (celui de l'opérateur et celui du client), l'espace partagé étant une page hypertexte.

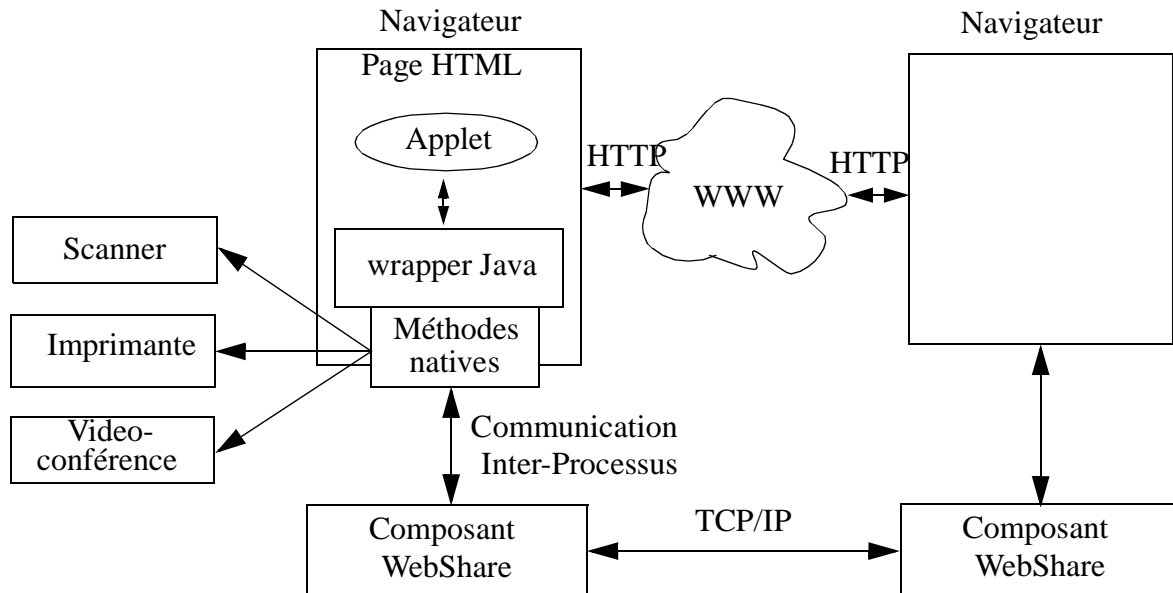


Figure 42 : Architecture de Web Collaboration Kiosk [Kobayashi 1998].

Comme nous pouvons le voir à la Figure 42, le système proposé est composé de trois éléments logiciels :

- un navigateur pour la représentation de l'espace,
- une applet Java réalisant l'interface entre le navigateur, les services externes tels que l'imprimante ou le scanner, et le composant suivant,
- un composant *WebShare* qui assure la communication entre les différents composants WebShare et qui gère le navigateur pour permettre à l'opérateur de prendre le contrôle du navigateur de son client. Ce composant est un processus indépendant du navigateur et communique avec ce dernier via le système de communication inter-processus.

Le composant *WebShare* est construit à partir d'une API Java définissant un protocole de contrôle des outils.

IV. Architecture logicielle

Après avoir présenté les mécanismes de base de réalisation logicielle sur le WWW ainsi que des solutions d'implémentation, nous présentons dans cette partie notre approche pour implémenter CoVitesse. Pour cela nous nous repons sur le modèle d'architecture PAC* que nous avons présenté dans le chapitre II, au paragraphe IV.2.

IV.1 Notre Modèle client-serveur

IV.1.1 Architecture globale du système

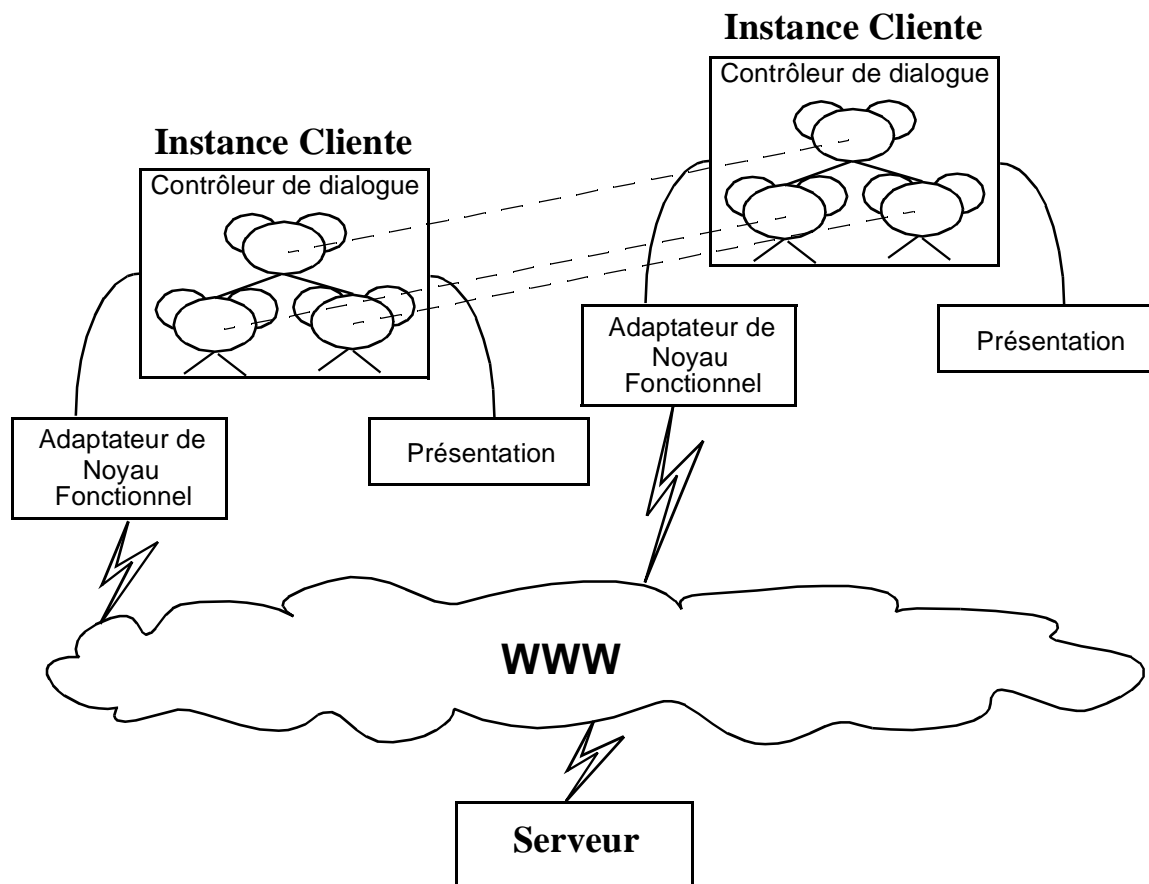


Figure 43 : Architecture globale du système CoVitesse.

Le système étant un collectif, chaque utilisateur dispose de sa propre instance du client, qui est une instance de l'arche du modèle PAC* [Calvary 1997]. Notre architecture est une version adaptée de ce modèle (dont nous donnons plus de détails dans la partie suivante) : l'organisation de l'interface suivant le *Clover Model* influence l'architecture logicielle, ce qui a pour effet de réduire les agents collaboratifs (un agent est un agrégat de trois agents PAC) à ne gérer qu'une seule facette du *Clover Model*. De plus, chaque instance de l'arche, comme le montre la Figure 43, est amputée de son noyau fonctionnel qui se trouve sur le serveur.

Ainsi toutes les transactions entre l'adaptateur de noyau fonctionnel et le noyau fonctionnel sont réalisées à travers le réseau, en connexion TCP, dans un protocole que nous avons défini (nous donnons des explications dans ce chapitre, paragraphe V.1).

IV.1.2 Architecture du serveur

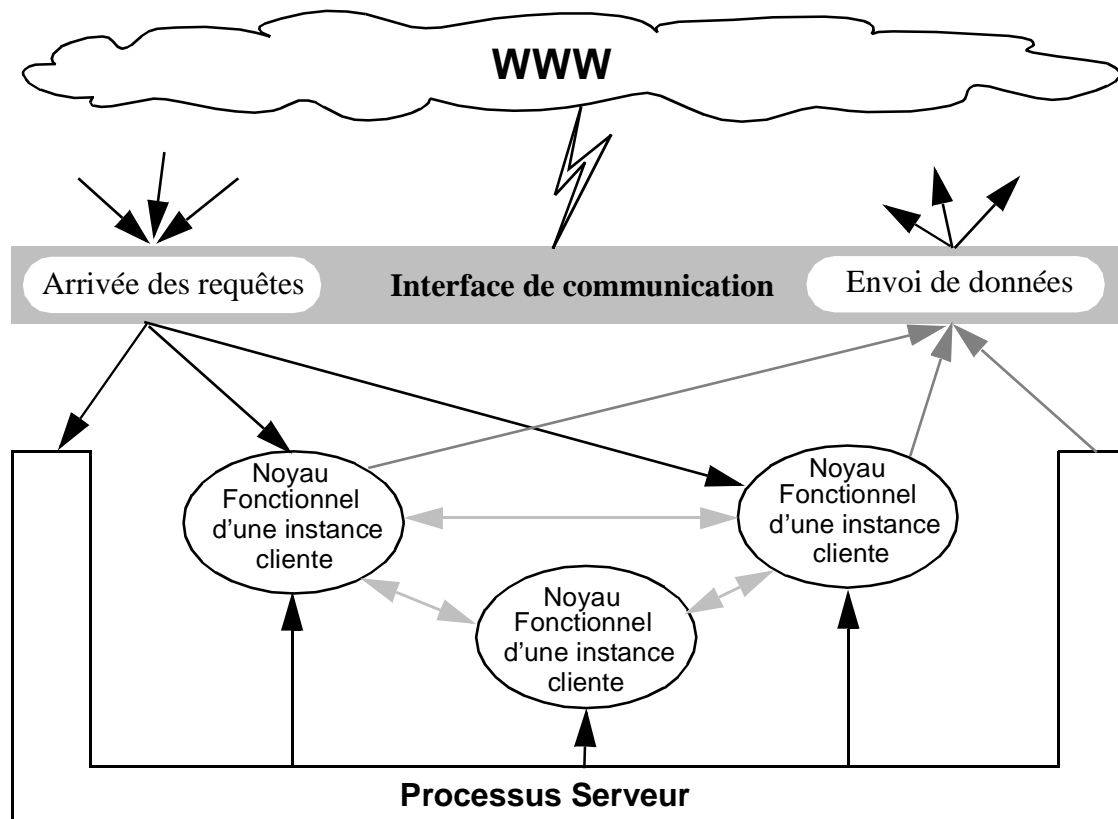


Figure 44 : Architecture du serveur CoVitesse.

Notre système est centralisé. Le serveur gère la communication entre toutes les instances clientes du système. Nous avons décidé que le noyau fonctionnel de chaque instance cliente est géré au niveau du serveur pour les raisons suivantes :

- Assurer la cohérence des données réparties : le noyau fonctionnel est la partie sensible du système, car elle gère toutes les données. Ainsi, en centralisant ces modules, nous assurons que toutes les instances reçoivent les données qui leur sont destinées et qu'elles ne reçoivent pas de données corrompues.
- Rendre perceptible de façon honnête l'état interne du système : à cause des temps de latence liés au réseau, nous assurons la contrainte WYSIWIS en mode relâché. Par conséquent les données sont transmises à l'instance cliente avec un temps de retard, mais avec des données correctes, qui ont été validées par son noyau fonctionnel.

Le serveur est composé de trois modules, comme le montre la Figure 44 :

- Le module serveur : cette couche gère toutes les demandes de connexion entre les clients et le serveur, crée les noyaux fonctionnels et gère l'ensemble des utilisateurs. Ce module est implémenté sous forme de *Thread* (en Java) qui évolue indépendamment des autres.

- L'interface de communication : cette couche gère les communications entre le réseau, les noyaux fonctionnels et la couche serveur. Elle se charge de répartir les messages entre les noyaux fonctionnels et d'envoyer les données à chaque client. Cette couche est implémentée sous forme d'une file FIFO (*First In, First Out*).
- Les noyaux fonctionnels : à chaque noyau fonctionnel est associée une instance cliente. Celui-ci est créé par le serveur lors d'une phase de connexion. Il est implémenté sous forme de *Thread* (en Java). Ainsi chaque noyau fonctionnel est indépendant des autres. Chaque noyau fonctionnel implémente une file FIFO pour gérer la communication inter-*Thread*.

Avec notre méthode, tous les traitements sont ainsi réalisés au niveau du serveur.

IV.2 Architecture du client

Nous présentons dans cette partie l'architecture du contrôleur de dialogue. L'architecture du système, selon le modèle PAC, est disponible dans l'Annexe D. Les numéros de figures sont de la forme D.<numéro>.

IV.2.1 Vue générale

L'architecture globale du système CoVitesse (Figure C.18) est la résultante d'une jonction de deux architectures : l'architecture collaborative et celle du système Vitesse [Vernier 1997], toutes deux reliées par un agent "Ciment CoVitesse". Cet agent gère, dans sa facette présentation, la fenêtre principale, ainsi que la barre des menus. En effet, la fenêtre intègre à la fois les éléments graphiques de Vitesse (espace d'information) et ceux de CoVitesse (les autres parties).

Les deux architectures sont presque indépendantes. Nous avons dû ajouter l'agent "Avatars" dans l'architecture du système Vitesse. Cet agent maintient l'ensemble des avatars visibles dans l'espace d'information : la facette présentation de l'agent construit l'objet graphique représentant l'avatar, que l'agent "Espace d'information" se charge de transformer pour qu'il soit adapté à la vue courante ; la facette abstraction gère la liste des polygones définissant les avatars et les changements de positions de ceux-ci dans l'espace d'information.

Du côté de la branche collaborative de l'architecture, l'agent relié à la racine est l'agent "Ciment collaboratif". Dans sa facette abstraction, il gère les préférences de l'utilisateur et celle du groupe (lorsque celui-ci est membre d'un groupe), ainsi que la liste complète des utilisateurs et groupes présents dans l'espace d'information. En effet, ces informations sont utilisées par tous les agents de sa sous-hiérarchie.

La sous-hiérarchie de l'agent "Ciment collaboratif" est organisée en deux groupes d'agents ; trois agents gèrent l'activité collaborative (chaque agent gère un aspect défini par le *Clover Model*; c'est une conséquence de notre organisation des tâches et de notre structuration de l'interface suivant ce modèle) et deux autres agents gèrent les actions :

- l'agent "forum de discussion" gère la partie communication,

- l'agent "Résultats collectés" gère la partie production,
- l'agent "Palette des utilisateurs et des groupes" gère la partie coordination,
- l'agent "Actions mono-utilisateur" gère l'ensemble des actions réalisables par l'utilisateur indépendamment des actions menées par les autres utilisateurs,
- l'agent "Actions multi-utilisateur" gère les actions collaboratives réalisables par les membres du groupe.

Dans cette sous-hiérarchie, l'agent "Palette des utilisateurs et des groupes" est le seul à ne pas avoir de descendance. Il maintient dans sa facette abstraction la liste des utilisateurs et des groupes sélectionnés. Sa facette présentation est la fenêtre "User/Group list" (Figure C.17) représentant la palette des utilisateurs.

IV.2.2 Forum de discussion

L'agent "Forum de discussion" (Figure D.19) gère l'aspect communication du système. Sa partie abstraction reçoit et émet les messages, et filtre les messages en fonction de l'expéditeur et de son destinataire (il est possible de définir une liste des personnes dont on souhaite recevoir les messages, ainsi qu'une liste des destinataires). La partie présentation gère uniquement la zone d'affichage des messages : l'instance de cette zone est la même dans la fenêtre principale et dans la fenêtre de forum (Figure C.16). L'agent "Fenêtre de discussion", fils de l'agent "Forum de discussion", s'occupe uniquement de gérer la fenêtre "forum de discussion" et la barre d'utilisateurs.

IV.2.3 Résultats collectés

Les deux agents "Résultats de l'utilisateur" et "Résultats du groupe" ont leur facette abstraction qui maintiennent la liste des résultats collectés par l'utilisateur et le groupe. Leurs facettes Présentation se contentent de représenter la fenêtre "Caddy" (Figure C.15). L'agent ciment "Résultats collectés" (Figure C.20) regroupe les agents "Résultats de l'utilisateur" et "Résultats du groupe" et gère donc l'aspect production du système. Cet agent ciment "Résultats collectés" maintient l'état des icônes "caddy" représentés dans la fenêtre principale. Ainsi lorsqu'un agent de sa hiérarchie l'informe qu'une sélection vient d'être ajoutée à sa liste, il met d'abord à jour l'image des icônes avant d'en informer l'agent concerné.

IV.2.4 Actions mono-utilisateur

L'agent "Actions et préférences mono-utilisateur" (Figure D.21), sans facette, gère toutes les actions mono-utilisateur indépendantes des actions réalisées par les autres utilisateurs et les préférences de l'utilisateur. Les agents fils sont :

- L'agent "Créer un groupe" : cet agent conserve dans sa facette Abstraction les derniers paramètres saisis ; sa facette présentation gère la fenêtre "Créer un groupe" (Figure C.9).
- L'agent "Joindre un groupe" : cet agent dispose de trois facettes Présentation (ce type d'agent est nommé agent "pâquerette"). Ces facettes gèrent chacune une

fenêtre (Figure C.10) : une pour demander l'autorisation d'entrer dans un groupe, une pour le message d'attente de réponse et une pour la réponse à la requête.

- L'agent "Quitter un groupe" : cet agent gère la fenêtre "Quitter un groupe" (Figure C.11).
- L'agent "Préférences personnelles" : la partie abstraction maintient les attributs relatifs à l'utilisateur (filtres d'observabilité) que représente la facette présentation dans la fenêtre "Préférences personnelles" (Figure C.14)

IV.2.5 Actions collaboratives pour mon groupe

L'agent "Actions et préférences multi-utilisateur" (Figure D.22), gère toutes les actions multi-utilisateur modifiant l'interaction au sein du groupe, et les préférences du groupe. Il dispose d'une facette abstraction qui maintient à jour la liste des membres de son groupe et les privilèges accordés. Les actions réalisables sont conditionnées par ces privilèges.

Cet agent a trois fils dans la hiérarchie :

- L'agent "Accepter/Refuser un nouvel utilisateur" : cet agent dispose de deux facettes présentation (qui correspondent aux fenêtres avec ou sans zone de partage de l'espace à la Figure C.12) choisies en fonction de l'état du partage de l'espace, état maintenu par la facette abstraction.
- L'agent "Donner/Reprendre le contrôle" : cet agent, en fonction de l'état de la prise de contrôle géré par la facette abstraction, dispose de deux présentations qui prennent en charge les fenêtres "Donner le contrôle" et "Reprendre le contrôle" (Figure C.13).
- L'agent "Préférences du groupe" : cet agent maintient les attributs du groupe dans sa partie abstraction qu'il affiche dans la fenêtre "Préférences du groupe" (Figure C.14), gérée par sa partie présentation.

V. Réalisation

Dans cette partie, nous présentons deux points de mise en oeuvre logicielle du système : le protocole réseau et la conception d'agent PAC en Java.

V.1 Protocole réseau

Dans ce paragraphe nous présentons de manière synthétique la mise en oeuvre de notre propre protocole réseau.

Pour minimiser les coûts de communication, nous avons fixé à 1500 octets la taille maximale des messages échangés entre le serveur et les clients (la taille d'un paquet Ethernet est de cet ordre). En effet, comme le montre la Figure 45, la taille du message d'une requête de connexion dans un espace d'information (NEW_USER_REQ) est la plus grande de tous les messages que nous avons définis. Ce message n'excède pas la taille de 982 octets.

NEW_USER_REQ : création d'un nouvel utilisateur

Message type	Uid	Rid	Taille de la chaîne	Nom (chaîne)	Taille de la chaîne	Infos	Taille du tableau	Avatar (représentation vectorielle)
4 octets	8 octets	4 octets	<30 octets	4 octets	<128 octets	4 octets	<800 octets	

Figure 45 : Message de demande de connexion dans un espace d'information.

Nous avons défini un ensemble de message de requête (*request* et *acknowledgement*), tels que :

- joindre un espace,
- quitter un groupe,
- quitter un espace d'information,
- créer et détruire un groupe,
- demander une mise à jour de l'historique d'un utilisateur ou d'un groupe.

Nous avons défini un deuxième ensemble de messages d'information, tels que :

- mise à jour des informations sociales (pour un utilisateur ou un groupe),
- mises à jour des préférences (pour un utilisateur ou un groupe),
- don / reprise du contrôle de la navigation,
- changement de position,
- message du forum de discussion.

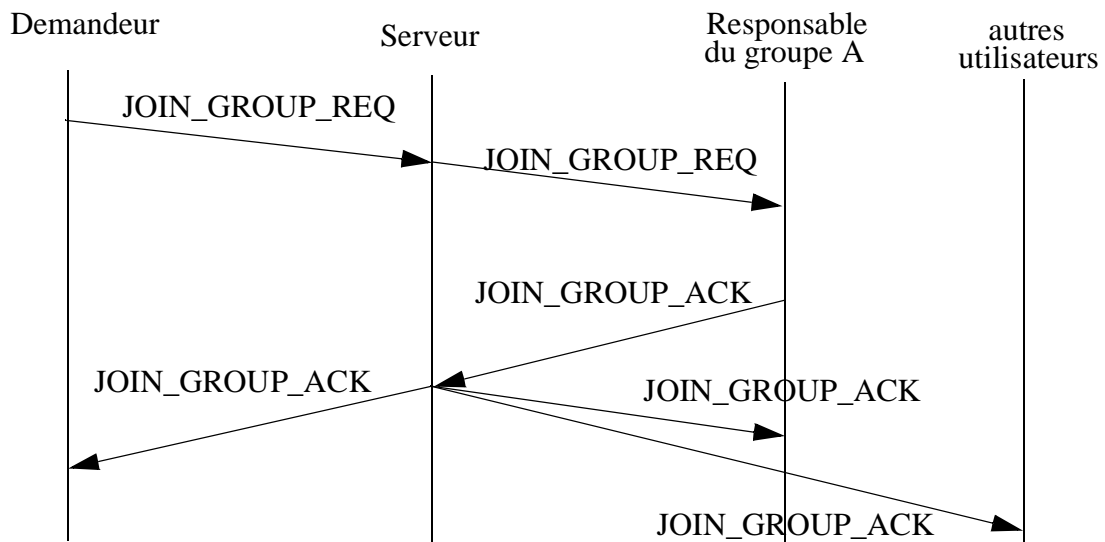


Figure 46 : Evolution temporelle des échanges de messages pour la requête “joindre un groupe”.

La requête pour joindre un groupe est la requête la plus coûteuse, dans notre protocole, en terme de délai d’envoi de messages et en terme de nombre de messages envoyés. Comme le montre la Figure 46, pour joindre un groupe, le demandeur émet une requête au serveur “JOIN_GROUP_REQ” qui se charge de déterminer qui est le responsable du groupe et de lui transmettre la requête. Dès que le responsable la reçoit, l’instance cliente prévient le responsable de cette demande. Le système client attend que l’utilisateur responsable donne son accord, par l’envoi d’un message au serveur “JOIN_GROUP_ACK”. Le serveur transmet alors cette requête à l’ensemble des utilisateurs ainsi qu’au demandeur pour les informer que quelqu’un vient de rejoindre le groupe A. De plus, le responsable reçoit ce message, qui lui confirme que la transaction a bien été réalisée.

V.2 Agents PAC en Java

Nous avons défini trois classes d’objet, chacune correspondant à une facette d’un agent PAC, dont le code source est disponible en Annexe E :

- La classe *Control* pour la facette Contrôleur : cet objet ne conserve que les références sur les objets correspondants aux facettes Abstraction et Présentation de cet agent. Il enregistre de plus les références sur ses fils et son père qui sont uniquement des instances de la classe *Control*. Les messages envoyés par ses deux facettes sont reçus par les biais des méthodes `newUserAction` pour la facette Présentation et `newSystemAction` pour la facette Abstraction. Les arguments sont une chaîne de caractères pour définir le type de l’action et un argument du type `Object` pour les arguments relatifs à l’action.
- La classe *Abstraction* pour la facette Abstraction : cet objet conserve une référence sur l’objet Contrôleur et une référence sur l’adaptateur de noyau fonctionnel. Les appels provenant de ce dernier sont réalisés par l’appel de la méthode `setStringValue`.
- La classe *Presentation* pour la facette Présentation : cet objet est similaire dans son fonctionnement à la classes *Abstraction*.

VI. Conclusion

A partir des tâches définies dans le chapitre V, nous avons élaboré les spécifications externes du système, c'est-à-dire l'interface. Nous avons organisé les différentes fenêtres suivant les critères du *Clover Model* et distingué les actions mono-utilisateur des actions multi-utilisateur. La fenêtre principale, pour rendre l'outil utilisable, synthétise toutefois ces critères, car ils sont nécessaires à la réalisation de la tâche collaborative. Cette organisation se manifeste par le regroupement d'une fenêtre de communication, de l'espace d'information et du retour d'information sur la quantité de données collectées. En se basant sur ces spécifications externes, nous avons proposé une architecture logicielle en appliquant le modèle d'architecture PAC.

Nous avons conçu le système suivant un modèle client-serveur, qui dans forme actuelle peut être facilement étendu pour offrir une version semi-distribuée.

Enfin, nous avons décrit le protocole réseau mis en oeuvre dans le but de minimiser les temps de communication en envoyant uniquement l'information nécessaire pour l'interaction. Pour définir les agents PAC, le système a été conçu à partir d'une instanciation systématique de classes, que nous avons écrites en Java, définissant des agents PAC.

Chapitre VII : Conclusion

I. Conclusion

“Cherchons ensemble !”. Tel pourrait être l’appel des internautes à une plus forte collaboration entre tous. L’intérêt grandissant pour les collecticiels témoigne du besoin de plus en plus prononcé pour des systèmes faisant intervenir simultanément plusieurs utilisateurs. Cette tendance se confirme notamment sur le World Wide Web par l’émergence de différentes formes de collaboration. Cette émergence est liée à l’apparition d’un ensemble de communautés d’idées ou d’intérêts. Le phénomène de l’*Open Source* illustre parfaitement cet esprit : ces communautés de programmeurs éparpillés aux quatre coins de la planète qui se sont regroupés grâce aux réseaux et travaillent ensemble pour réaliser les plus grands logiciels libres, Linux en tête.

Cette émergence génère un flot de ressources facilitant la navigation dans un grand espace d’information. En effet, la sémantique de l’information n’est plus suffisante comme critère unique de sélection ; il convient alors de prendre en compte sa valeur sociale, déterminée continuellement par l’activité collaborative. Dès lors, nous ne naviguons plus seul. Ainsi la navigation collaborative propose une alternative complémentaire aux stratégies de navigation mono-utilisateur.

Les solutions apportées par les techniques de visualisation de grands espaces d’information ne sont plus suffisantes, car elles ont leurs propres limites : une expansion permanente des espaces d’information. Ainsi, la navigation collaborative est aussi, dans ce cas, une alternative complémentaire.

Actuellement, il existe différentes approches dédiées à de la navigation synchrone dans un grand espace d’information et en particulier sur le WWW. La plupart de ces approches sont centrées sur la résolution de problèmes techniques, à savoir palier aux déficiences du WWW, par exemple, en adaptant le protocole HTTP.

Notre approche est complémentaire : nous nous intéressons d’abord à l’utilisateur et à son activité en groupe pour élaborer des techniques, suivant les situations d’interaction identifiées. Selon cette approche, nous proposons une synthèse de nos résultats et concluons par l’énoncé de perspectives, prolongeant les solutions proposées.

I.1 Contribution

Nous schématisons à la Figure 47 notre approche de travail que nous avons adoptée :

1. Analyser et mesurer l’activité d’un groupe en phase de recherche en fonction des différents comportements adoptés par les utilisateurs. Puis, il convient de caractériser les interactions entre utilisateurs à partir d’une extension du *Denver Model*.
2. Concevoir différents types de navigation à partir de l’analyse précédente.
3. Définir les tâches de navigation, en proposant un modèle de structuration adapté à la navigation collaborative. Ce modèle repose sur un modèle de caractérisation des collecticiels, le *Clover Model*.

4. Elaborer un collecticiel proposant une solution technique viable, intégrant les concepts et tâches précédemment définis et respectant le modèle de structuration adopté pour l'élaboration des ensembles de tâches.

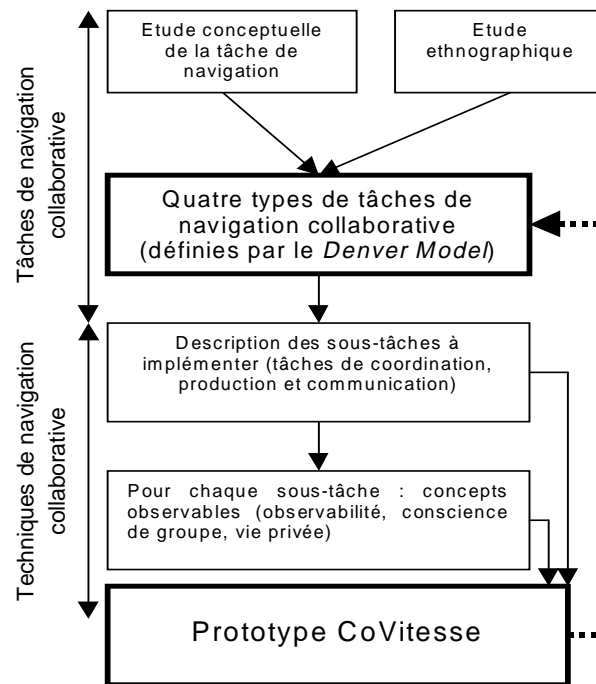


Figure 47 : Approche de travail.

A partir d'une synthèse de deux études sur la navigation, nous avons déduit et défini quatre types de navigation collaborative, que nous avons nommés : visite guidée, navigation relâchée, navigation coordonnée et navigation planifiée/coopérative. Par l'application du *Denver Model*, dans une version que nous avons étendue, nous avons spécifié, pour chaque type de navigation, les situations d'interaction et les protocoles d'interaction humaine.

La version adaptée du *Denver Model* repose sur une redéfinition de deux critères et l'ajout d'un nouveau pour caractériser les protocoles d'interaction humaine : liberté d'action, contrôle des outils de navigation et privilèges de l'utilisateur. Ce dernier critère permet de définir le rôle de chaque membre au sein d'un groupe. Nous avons pu alors définir plus précisément les différents types de navigation.

Dans notre démarche de conception, nous avons proposé une structuration systématique des arbres de tâches suivant les critères définis par le *Clover Model* pour assurer un équilibre tri-partie entre chaque type de tâches (communication, coordination et production). Cette approche s'est traduite par une organisation de l'interface et une décomposition hiérarchique de l'architecture suivant ces critères. En adoptant le modèle d'architecture multi-agent PAC* et par l'organisation des agents suivant le *Clover Model*, nous avons obtenu une hiérarchie simplifiée. En effet un agent collaboratif PAC* est dédié à une vue sur un des espaces du *Clover Model* : communication, production ou coordination.

D'un point de vue technique logicielle, nous avons défini un protocole de communication réseau minimisant les coûts de communication et proposé une méthode de conception systématique d'agent PAC en Java.

1.2 Perspectives

Nous entrevoyons pour nos travaux de multiples perspectives. Ces dernières s'organisent en deux parties : les extensions et les prolongements à plus long terme.

1.2.1 Extensions

Avant d'envisager de nouveaux développements, il est nécessaire d'évaluer et de valider le système CoVitesse par un ensemble de tests utilisateurs. Nous envisageons deux méthodes pour mener ces études, basées sur un ensemble de scénarios que nous aurons élaborés au préalable :

- La conception d'un espace hébergeant des utilisateurs fictifs, en fait des agents "intelligents" pour lesquels nous aurons définis des comportements types et observer les réactions.
- L'emploi de la technique du Magicien d'Oz : les magiciens, opérateurs humains, doivent adopter des attitudes définies par les scénarios.

Cependant, la mise en oeuvre à grande échelle est difficilement réalisable. Ainsi nous envisageons de réaliser ces tests en faisant appel à un panel d'utilisateurs locaux. A partir des résultats collectés et de leurs analyses, nous pourrons alors valider notre modèle de tâches et notre interface.

1.2.2 Perspectives à long terme

Nous envisageons à plus long terme des prolongements aux travaux réalisés dans cette étude. Ces prolongements s'articulent autour des trois points suivants :

- Généraliser la structuration des arbres de tâches suivant le *Clover Model* en proposant un ensemble de règles de conception. Par exemple, une règle peut être la suivante : associer nécessairement à une tâche sa réciproque.
- Proposer un espace de conception dédié à la navigation collaborative et basé sur les critères définis par le *Denver Model*. Ceci nécessite une redéfinition plus précise des interactions et des critères.
- Intégrer l'audio et la vidéo au système et analyser leur impact sur l'activité collaborative. Pour se faire, il convient de reprendre les recherches effectuées sur les *MediaSpace* dont le but est de favoriser *l'awareness* et la conscience de groupe tout en préservant l'espace privé.

En synthèse finale, cette étude nous a permis d'identifier les besoins pour réaliser la navigation collaborative synchrone sur le WWW et d'apporter des éléments de solutions dont les prolongements pourraient faire l'objet d'une recherche plus approfondie dans le cadre d'une thèse.

Annexe A

Publication

Synchronous Collaborative Navigation on the WWW

Yann Laurillau

Laboratoire CLIPS/IMAG

BP 53, 38041 Grenoble Cedex 9, FRANCE

+33 4 76 51 44 40

Yann.Laurillau@imag.fr

ABSTRACT

We describe an ongoing research effort in designing synchronous collaborative navigational techniques on the WWW. The goal of the research program is to provide usable tools to collaboratively search information on the WWW. We begin by studying collaborative navigational techniques in the search results space defined by a WWW search engine. We first present our design method. We then characterize four types of collaborative navigation that are embedded in the current prototype, Co-Vitesse.

KEYWORDS

Collaborative/Social Navigation, CSCW, Design Method.

INTRODUCTION

Seeking information through the World Wide Web is difficult. Users are "lost in hyperspace" [1] and have difficulties "in gaining an overview of the material" [3]. In addition, navigational behavior on the web often relies on the expertise of other users. One typical social behavior on the web consists of asking a colleague about information we assume the other has the pointer to: Such observed social behaviors show that web users are striving for collaboration. Several collaborative tools, including chat room, mail or news for exchanging URLs [2], can help the users in their information retrieval but are not integrated in browsers. Moreover most of these tools only support asynchronous collaboration.

Our research program consists of designing and building synchronous collaborative tools for seeking information on the web. Indeed, as motivated above, the need for systems on the web that support coordination, communication and shared production between and within groups increases markedly. We begin by focusing on synchronous navigation in the search results space: Such tools are dedicated to a group of users searching information. Examples of usage include:

- A group of master students have to write a bibliography about a particular subject.
- A group of workers are responsible for monitoring technological development in a firm.

DESIGN METHOD

As shown in Figure 1, our design method is based on a conceptual study of navigational tasks as well as

observed social behavior of users while searching

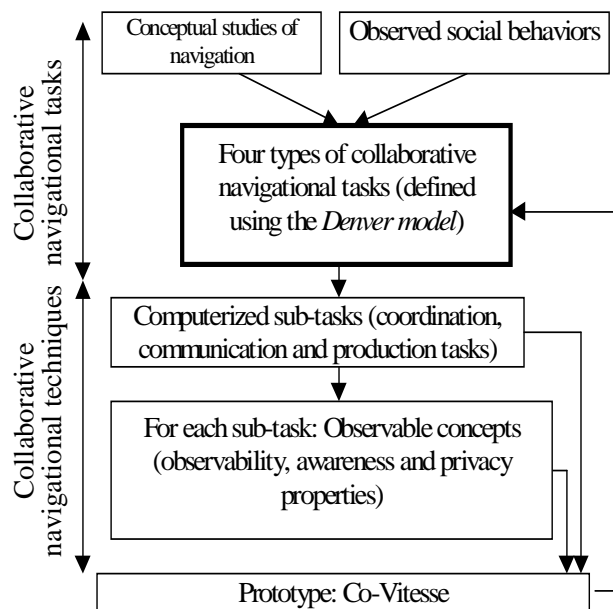


Figure 1 : Design Method.

for information. The results of these studies and observations enable us to identify four types of collaborative navigational tasks that are described in the following paragraph. In the next step, we refine the four types of navigation in terms of sub-tasks that are organized according to the three spaces: communication, coordination and production spaces. We then address the awareness and privacy issues by studying relevant concepts to be made observable by the users for each task.

COLLABORATIVE NAVIGATIONAL TASKS

Our work uses the observed collaborative activities described in [6]. In that study, work-related collaborations between users of OPAC terminals in Lancaster University Library were observed. From these observed social behaviors, we identify four types of navigational tasks by applying the Denver model [5], which involves characterizing the interactive situations and protocols of each navigational task:

- Relaxed navigation: It defines an open group without a leader. No objective is clearly defined and it is completely informal. Users navigate independently. Nevertheless at any time the user can give the control to someone else if she/he needs help.
- Cooperative navigation: There is again no leader, but

members have a common objective that was planned in advance. Each member has to explore a predefined section of the space. All the members can accept or decline a newcomer. Each member automatically receives the current findings of the group (marked web pages) when leaving the group.

- **Planned navigation:** The leader decides the objective of the session and has the responsibility for assigning a section of the shared information space to each member. The member can individually work on her/his assigned section until the leader decides to gather the findings of all the members. In addition the leader can group together ("teleport") all the members in a particular location of interest for the group.
- **Guided tour:** The guide freely navigates and the members follow the guide. A user can join a guided tour at any time. The guide is by definition an expert of the information space and/or the domain.

These four types of navigation are implemented in the Co-Vitesse system that is described below.

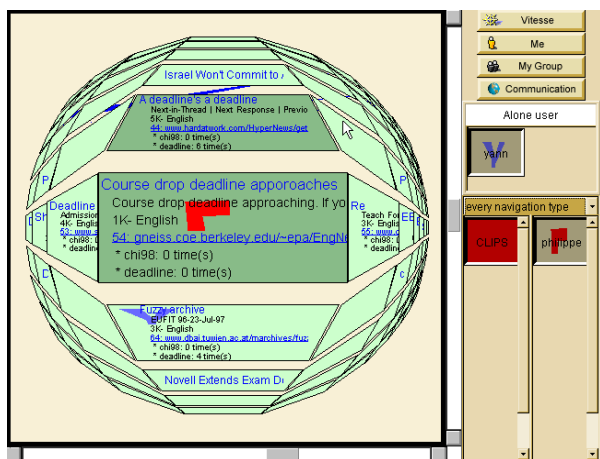


Figure 2 : A snapshot from the Co-Vitesse system: Main window.

APPLICATION

The Co-Vitesse system enables the users to navigate synchronously on the WWW. The four types of navigational tasks are explicitly available to the users. Co-Vitesse is based on a single-user application, Vitesse [4]. The VITESSE system visualizes the results of a query submitted to a search engine on the WWW. As shown in Figure 2 (left part), the overall graph structure of the results is displayed (six visualization techniques are available): Each retrieved page (node) and their links are displayed. One retrieved page or node is displayed by a polygon. The selection of a node (double click) enables the user to access the web page.

When starting a session, a Co-Vitesse user defines his/her avatar by a shape and a name. The user then either selects an information space or specifies a query that will be sent to a selected search engine. The results of the query define a new information space. The user

can then navigate in the information space, observe other users (in Figure 2, two users are navigating), create or join a group.

On the right side of the space, two palettes are displayed. One palette displays all the single users and the groups in the information space. Selecting a group will make the corresponding members observable on the information space and in the second palette. The user can then opt to only observe some of the members of the group by selecting their corresponding icons. A group is represented by a color and a name. If a user belongs to a group, her/his shape will be displayed in the color of the corresponding group; else a predefined color is automatically assigned to a user.

Additional windows are available through the menu in the top right corner. The windows are organized according to three sets of tasks: single-user tasks, group tasks and communication tasks (chat room). One of the main single-user tasks is the creation of a group: At any time, a single user can create a group, its objective and its style of collaborative work by selecting one of the four types of navigation.

At the end of the session each user collects the findings of the group gathered in his/her bookmark.

CONCLUSION

The next step in our work is to experimentally test Co-Vitesse in order to evaluate the four types of navigation. We plan to ask a group of master students of our University to perform scenarios while having wizards serving as guides (guided tour) and leaders (planned navigation).

ACKNOWLEDGMENTS

This work is supported by the French Ministers of Research and Industry Contract SIRII. Many Thanks to L. Nigay my Ph.D. supervisor, F. Vernier and P. Renevier for their help in developing the Vitesse and Co-Vitesse systems.

REFERENCES

1. Conklin, J. Hypertext : an introduction and survey. IEEE Computer, 20(9), September 1987, 17-41
2. Dieberger, A. Supporting social navigation on the World Wide Web. International Journal of Human-Computer Studies, 46, 1997, 805-825.
3. Hammond, N., Allinson, L. Extending Hypertext for Learning : An investigation of Access and Guidance Tools, in Proceedings of HCI'89 (Nottingham, Sept. 1989), Cambridge University Press, 293-304.
4. Nigay, L., Vernier, F. Design Method of Interaction Techniques For Large Information Spaces, in Proceedings of AVI'98 (Aquila, May 1998), ACM Press, 37-46.0
5. Salvador, T., Scholtz, J., Larson, J. The Denver Model for Groupware Design. SIGCHI Bulletin, 28(1), Jan. 1996.
6. Twidale, M., Nichols, D., Paice, C. Browsing is a collaborative process. Information Processing & Management, 33(6), 1997, 761-83.

Annexe B

Arbres de tâches

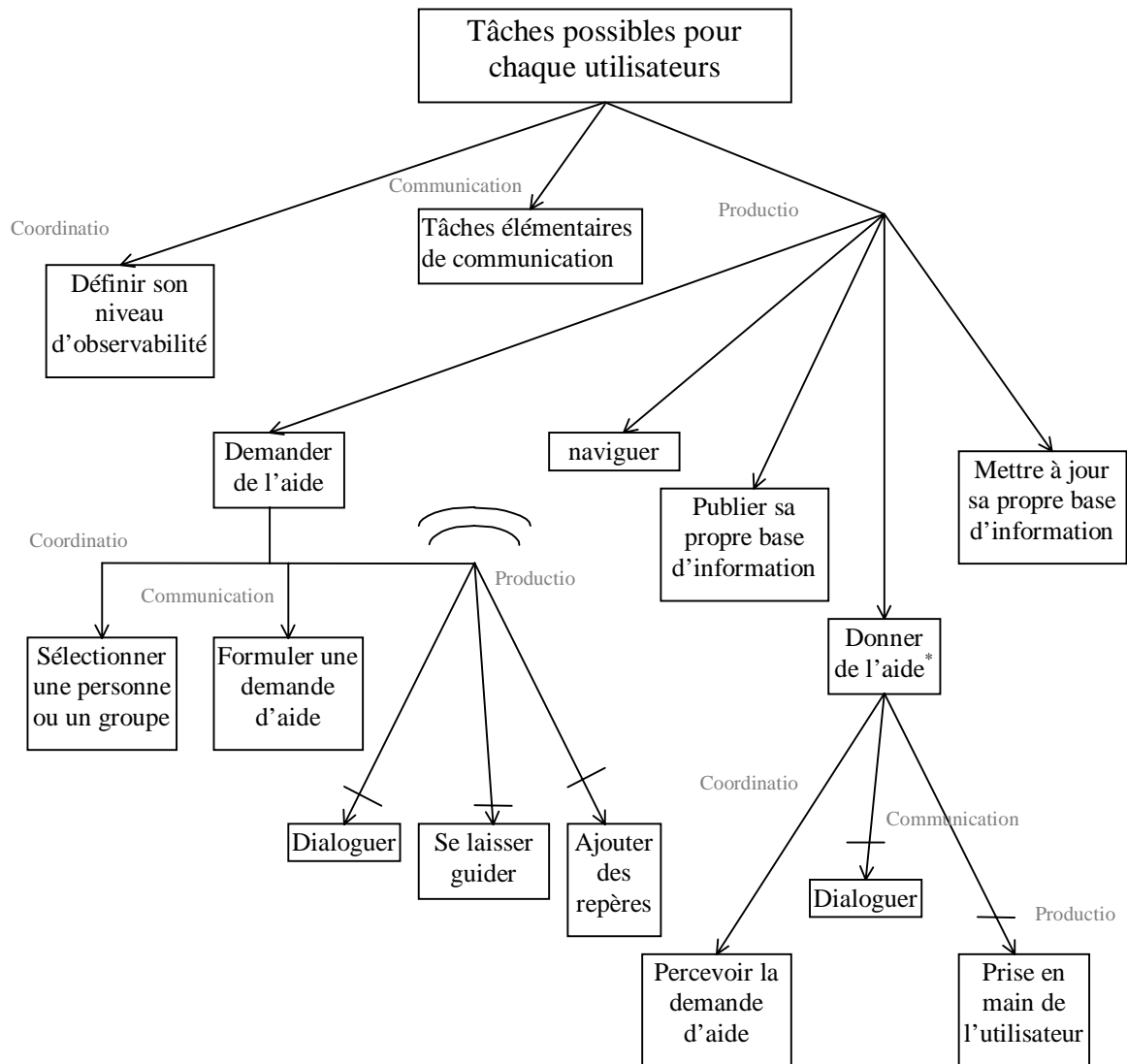


Figure B.1 : Tâches utilisateur.

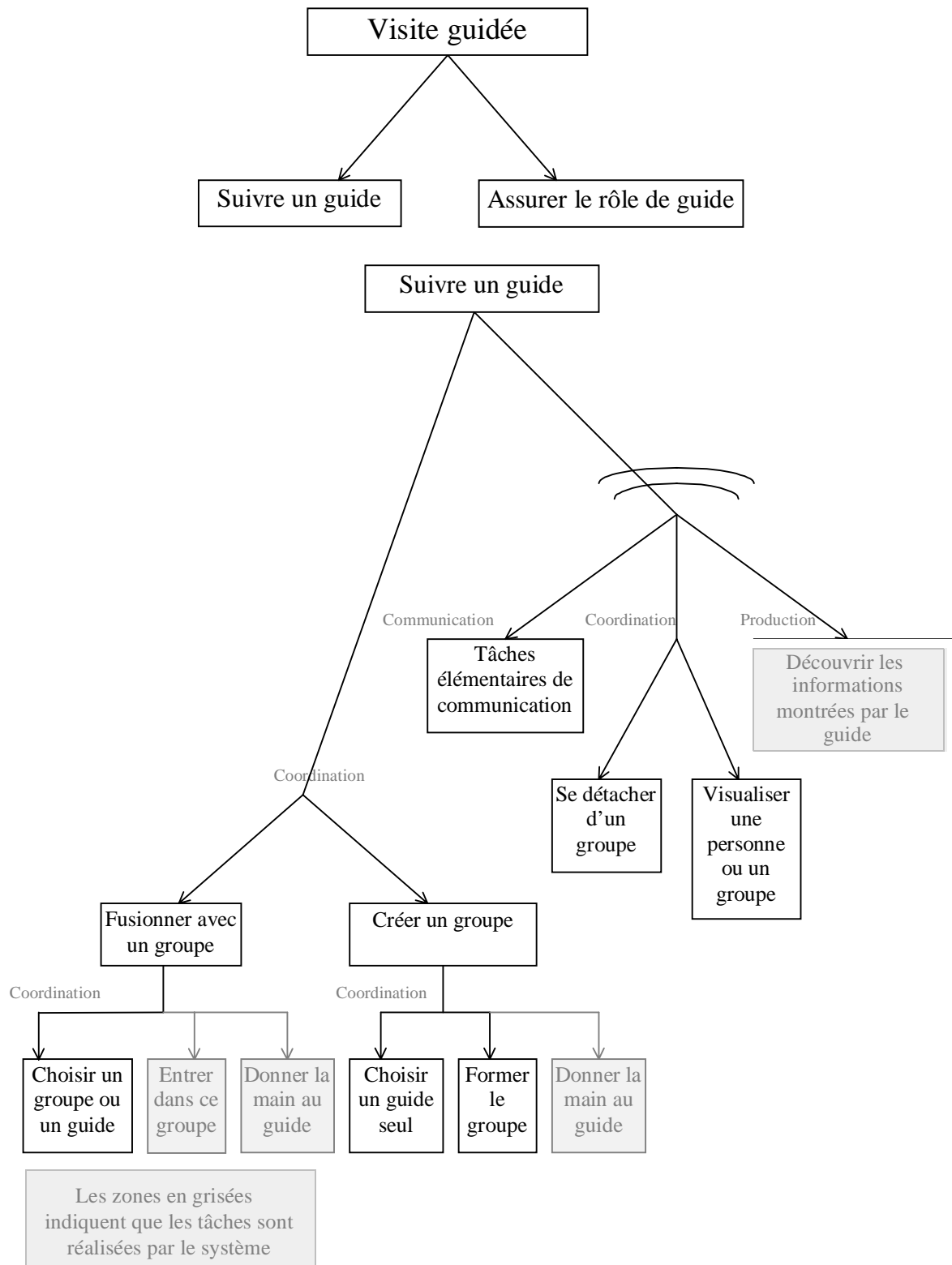


Figure B.2 : Tâches de navigation de la visite guidée, branche “suivre un guide”.

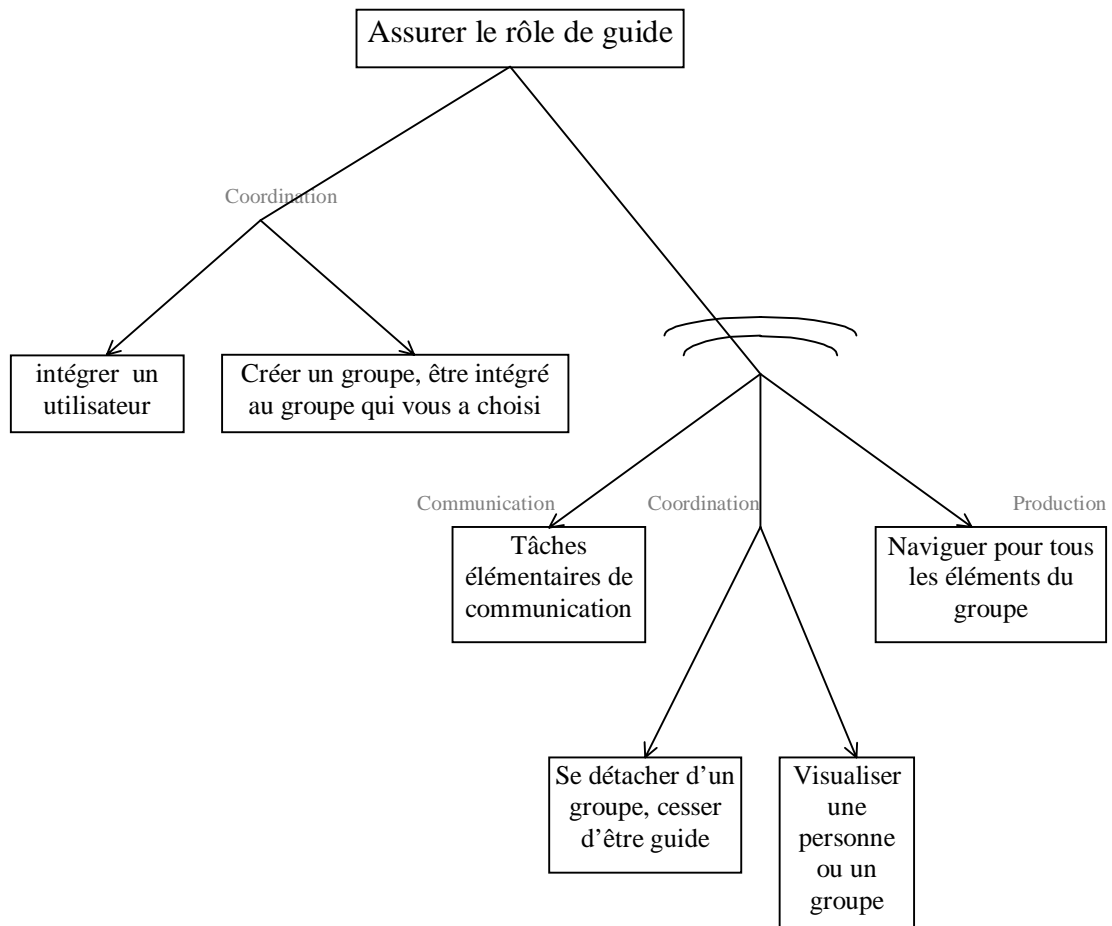


Figure B.3 : Tâches de navigation de la visite guidée, branche “assurer le rôle de guide”.

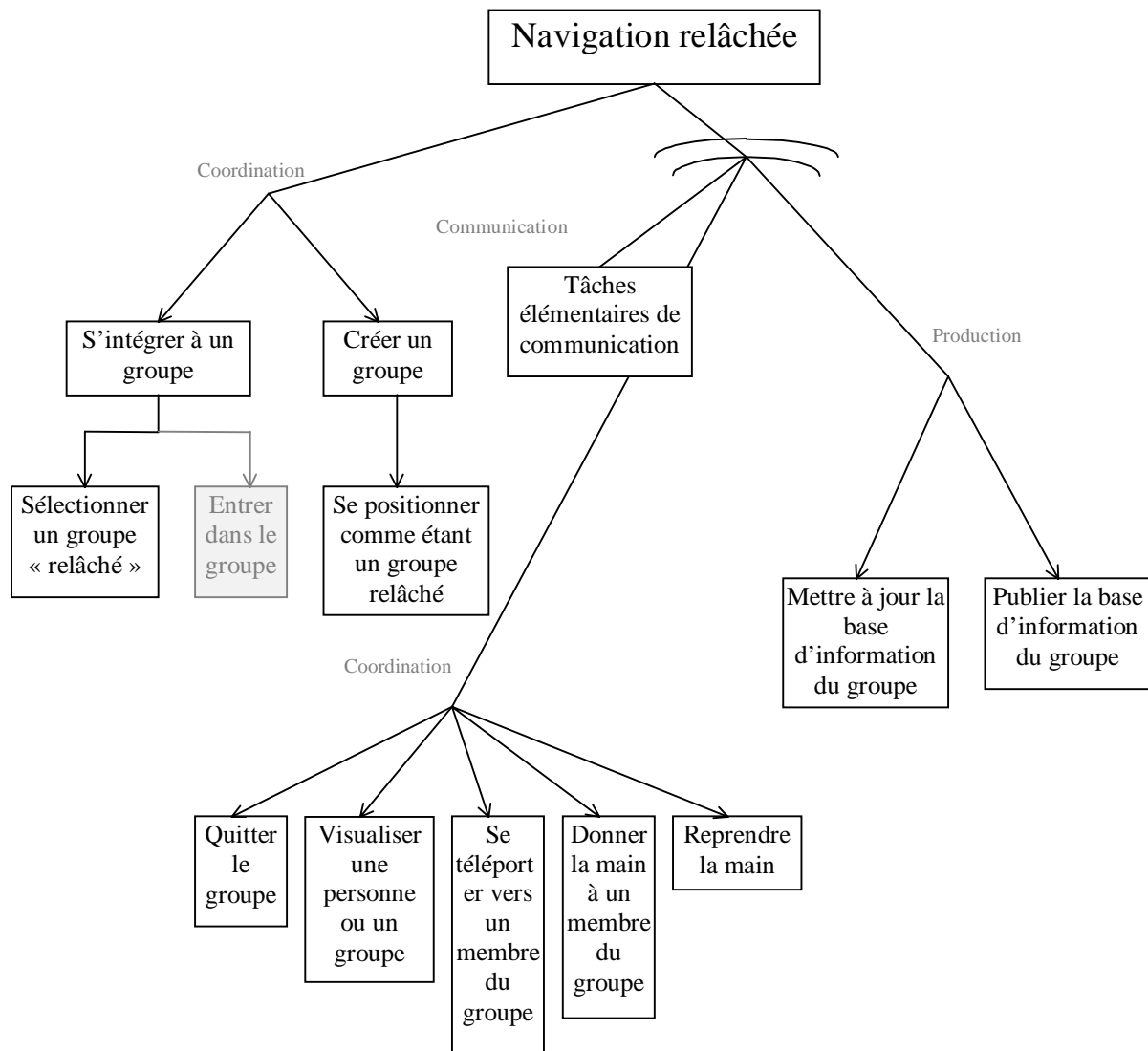


Figure B.4 : Tâches de navigation de la navigation relâchée.

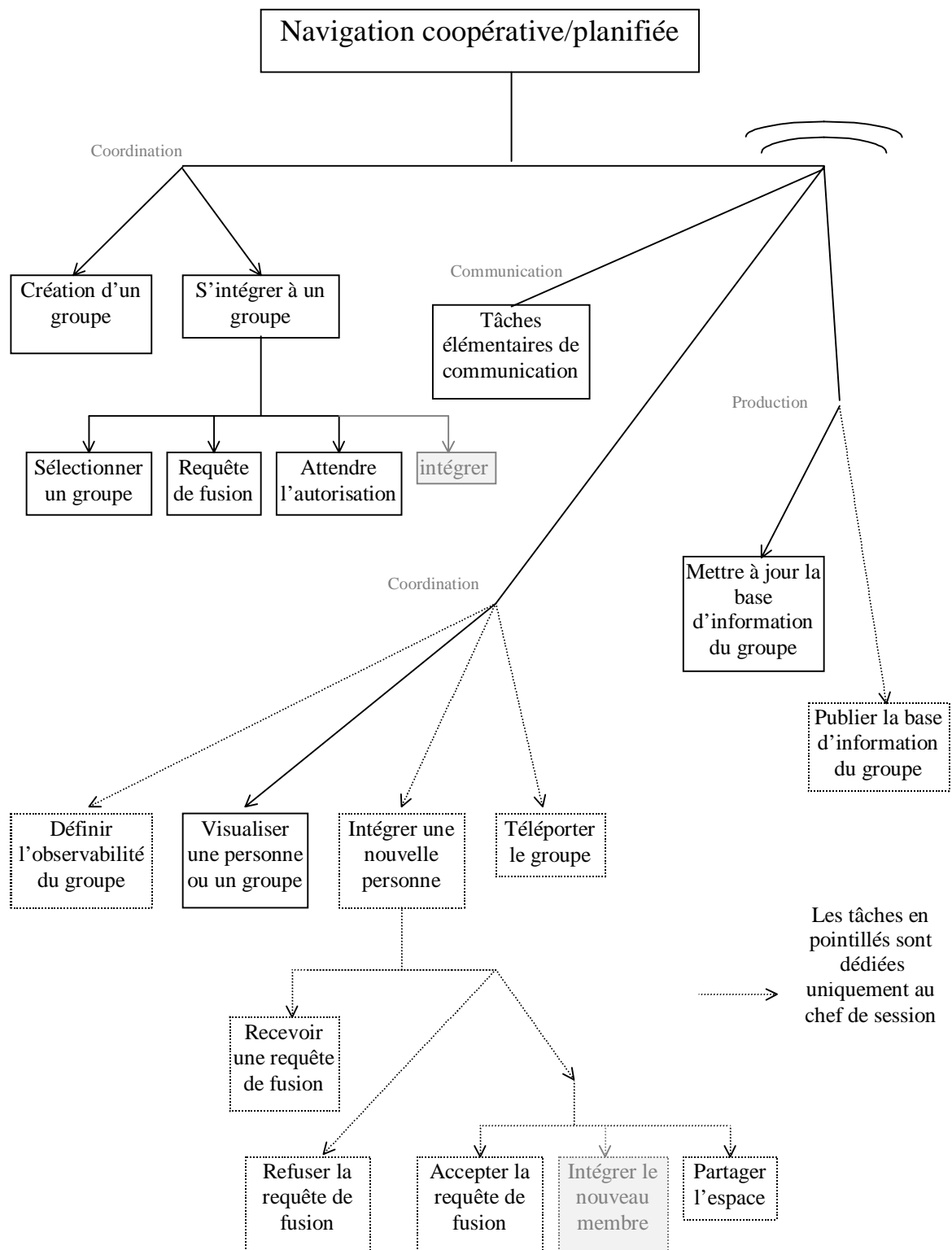


Figure B.5 : Tâches de navigation de la navigation coopérative/planifiée.

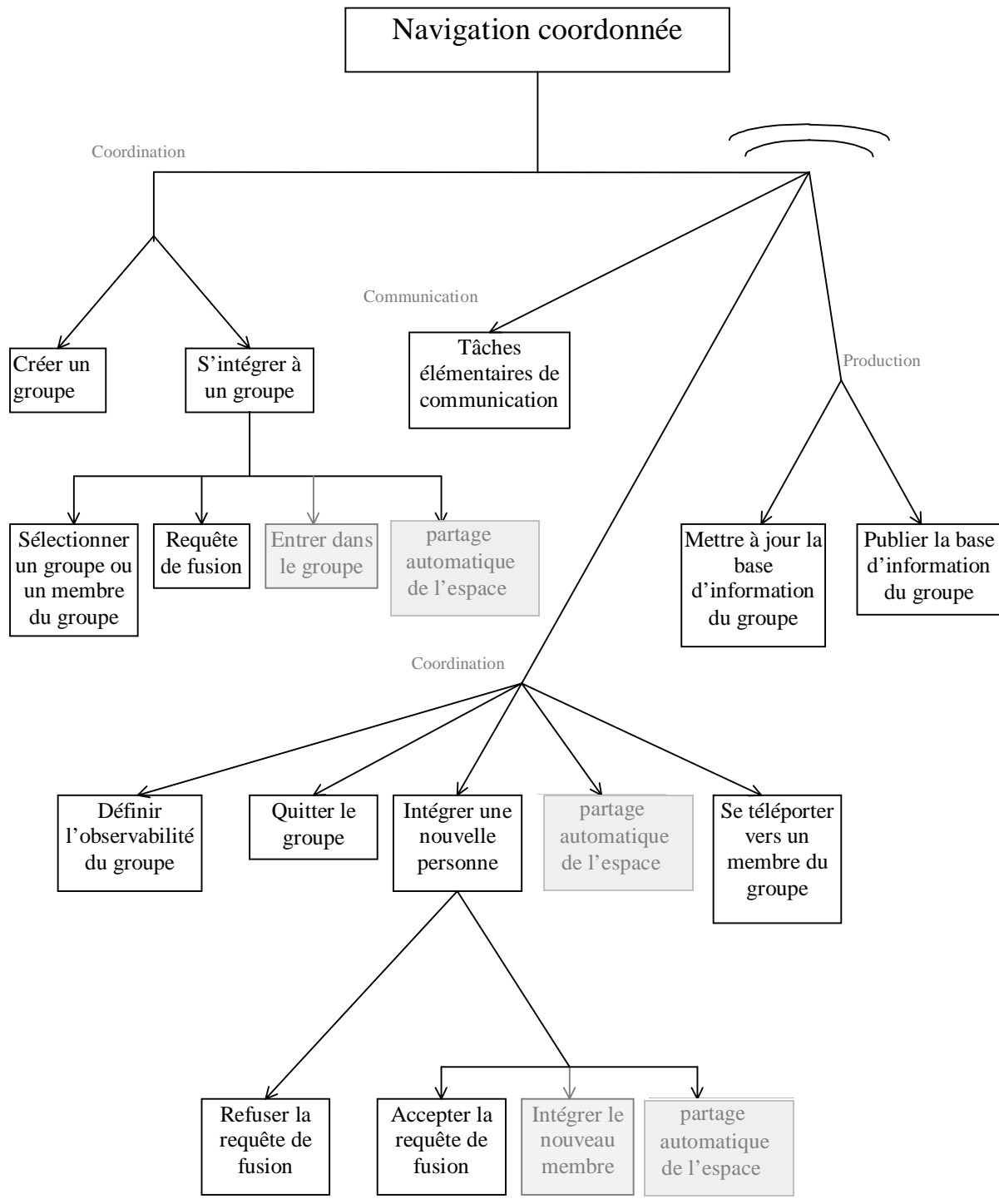


Figure B.6 : Tâches de navigation de la navigation coordonnée.

Annexe C

Spécifications Externes :
copies d'écran

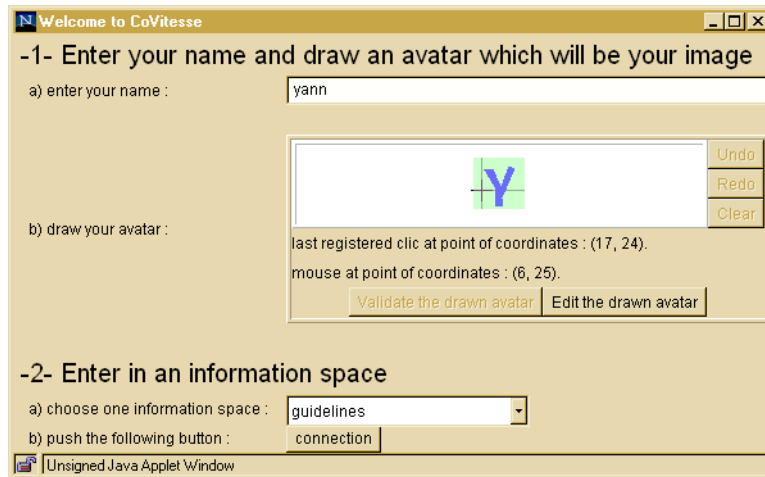


Figure B.7 : Fenêtre de connexion.

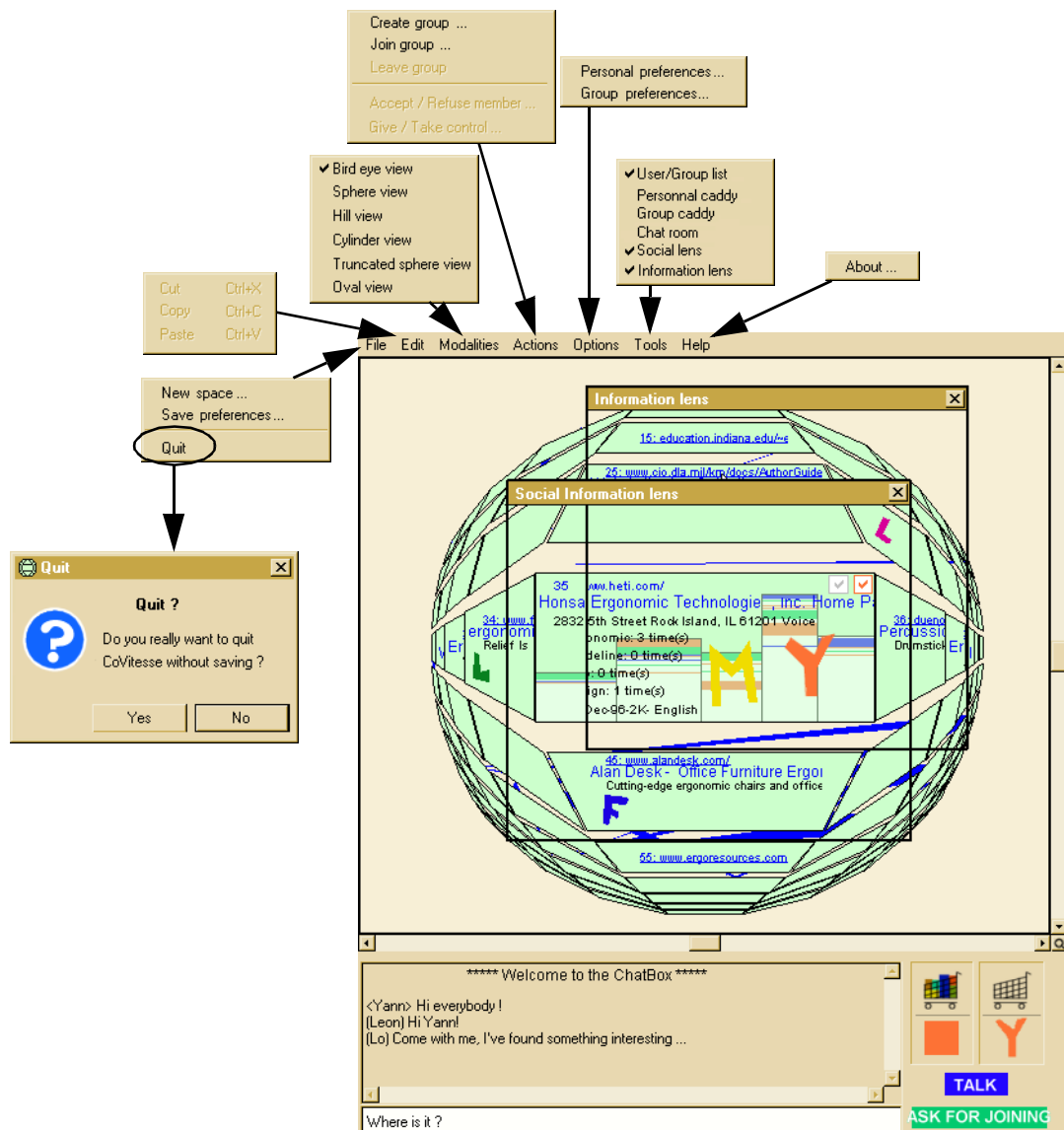
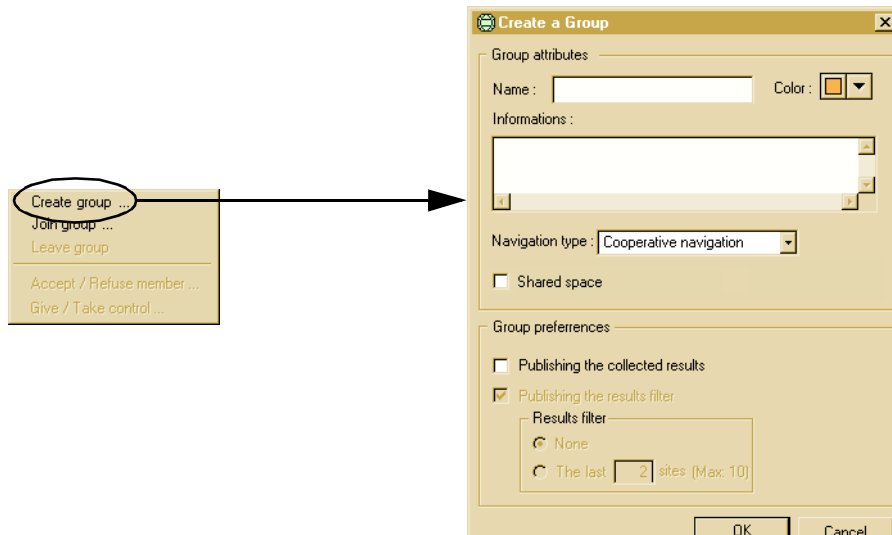
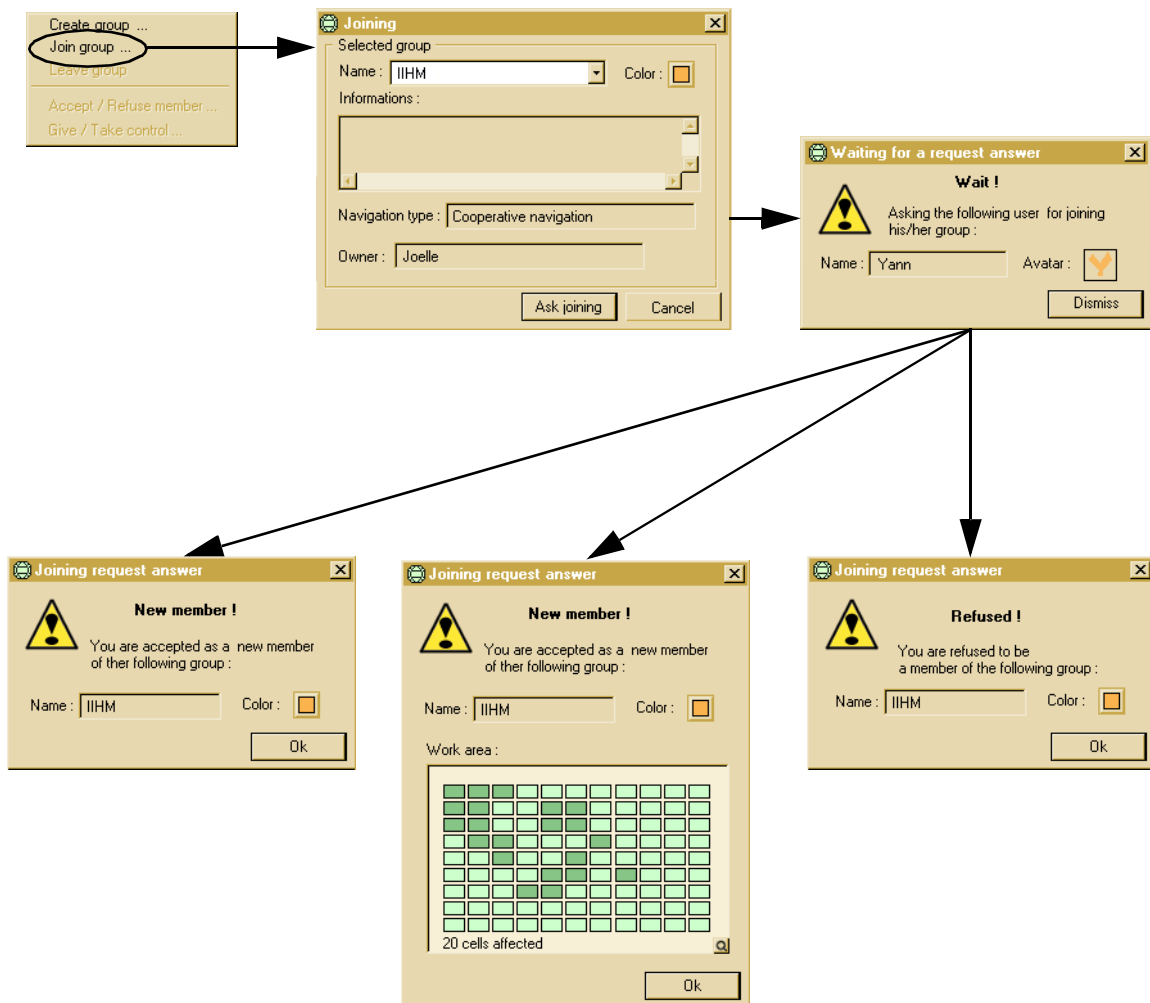


Figure B.8 : Fenêtre principale : CoVitesse.

**Figure B.9 : Créer un groupe.****Figure B.10 : Joindre un groupe.**

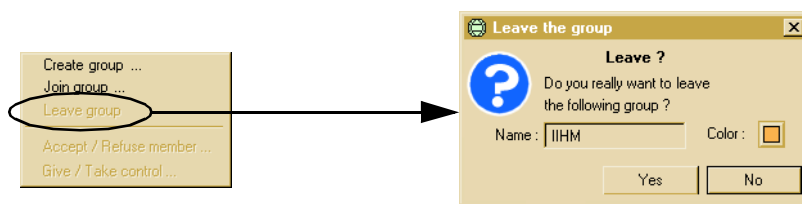


Figure B.11 : Quitter un groupe.

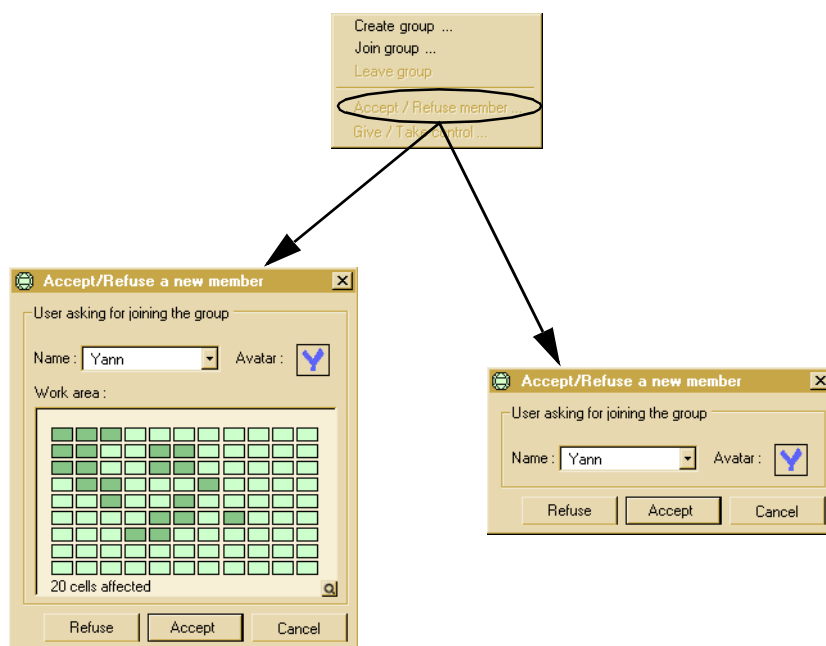


Figure B.12 : Accepter/Refuser un nouveau membre.

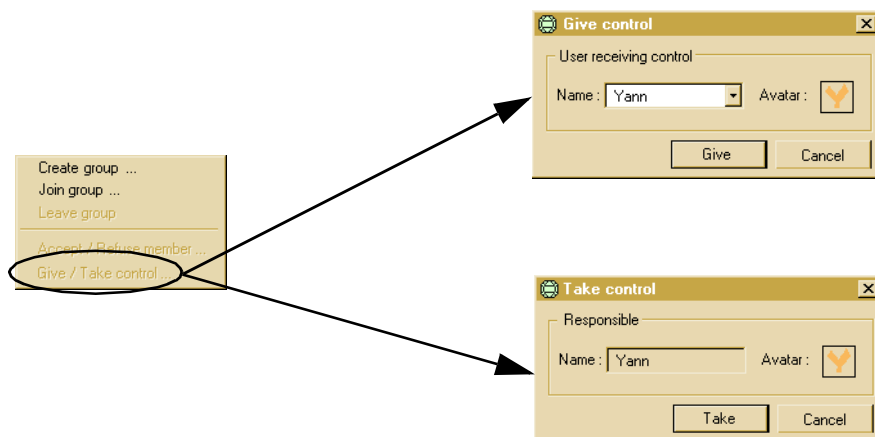


Figure B.13 : Donner/Prendre le contrôle de la navigation.

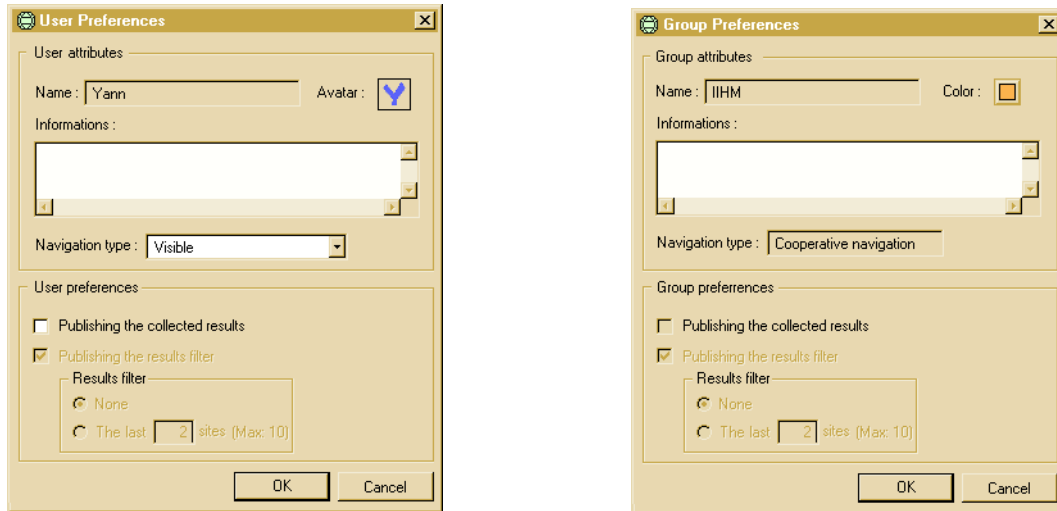


Figure B.14 : Préférences de l'utilisateur et du groupe.

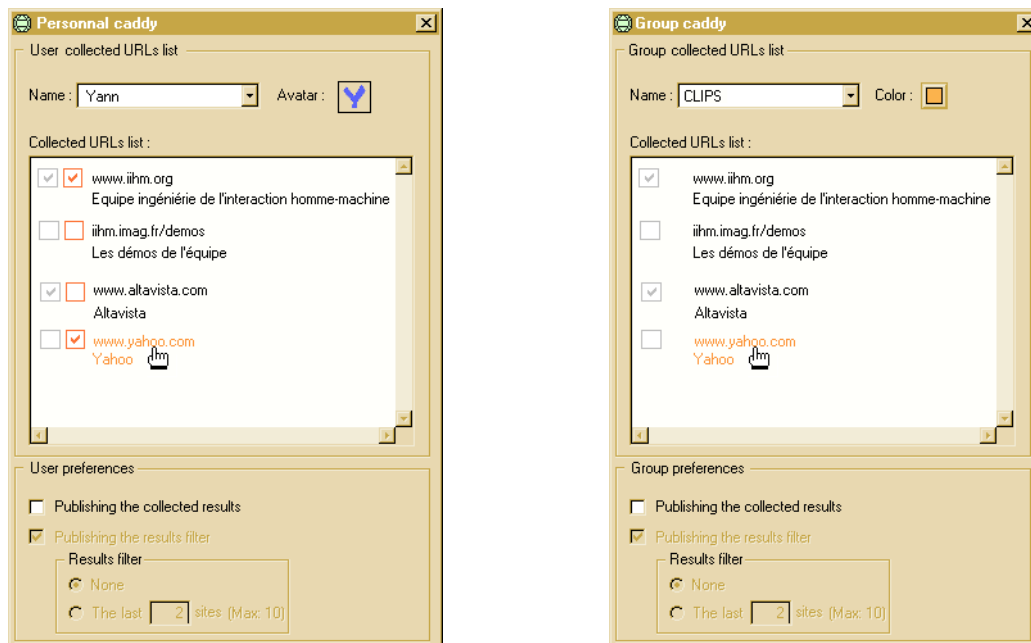


Figure B.15 : Caddy de l'utilisateur et du groupe.

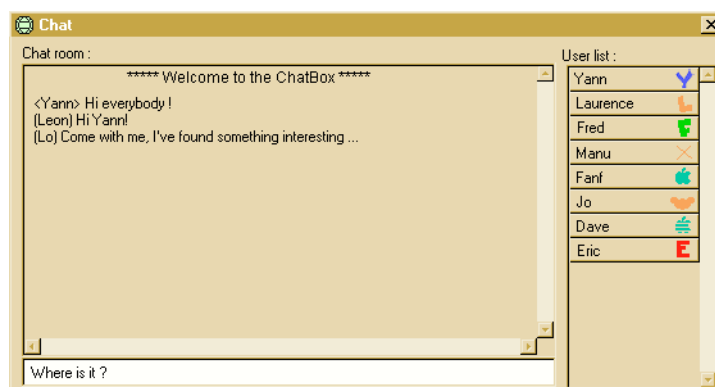


Figure B.16 : Forum de discussion.

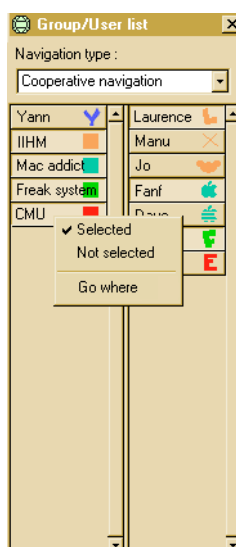


Figure B.17 : Liste des groupes et utilisateurs

Annexe D

Architecture détaillée

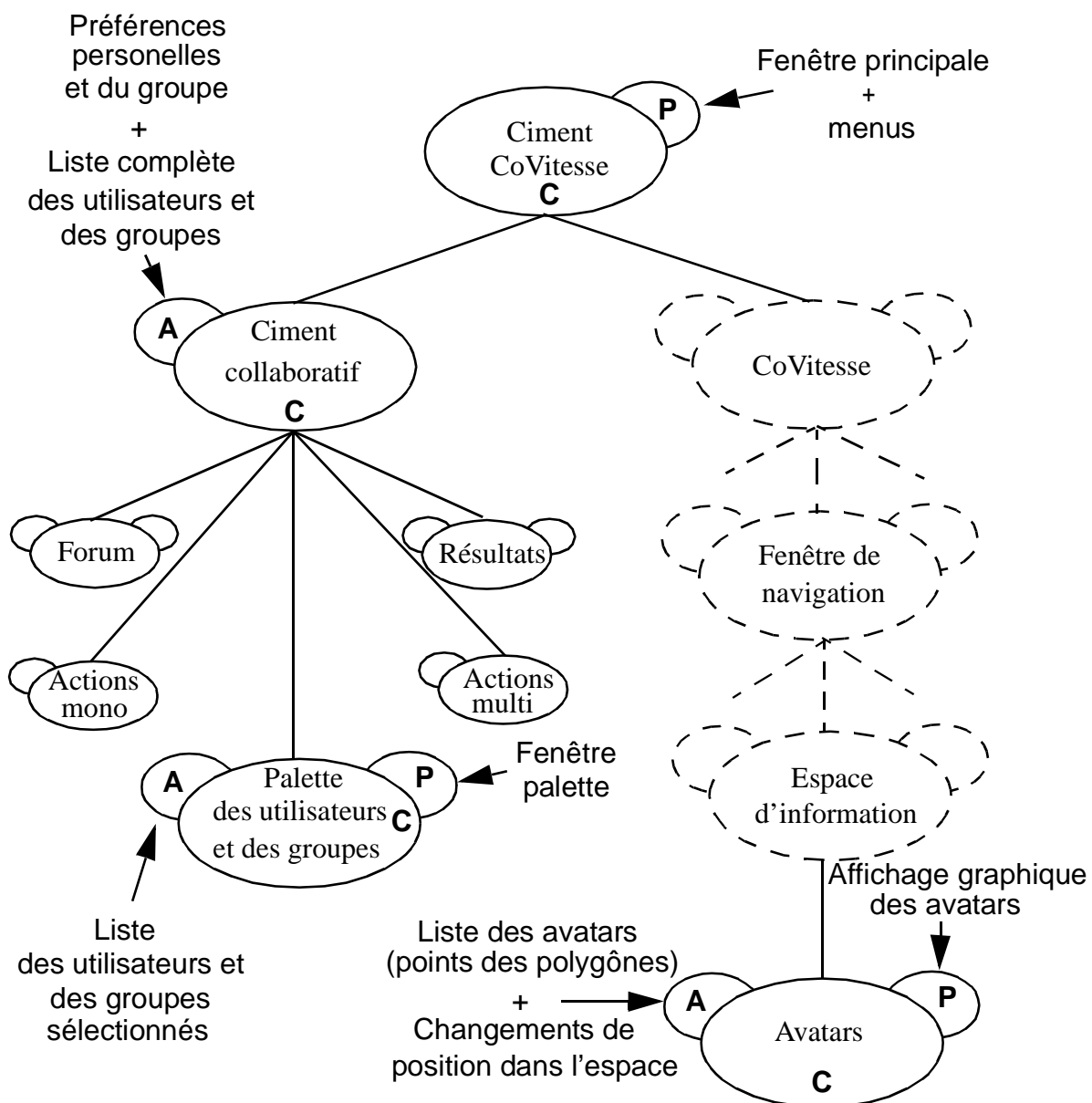


Figure B.18 : Hiérarchie des agents PAC dans le contrôleur de dialogue vue à partir la racine.

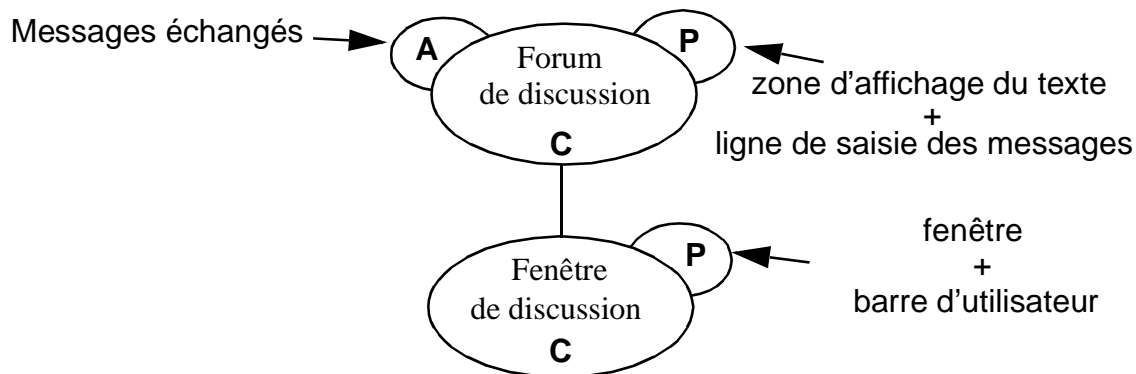


Figure B.19 : Sous-hiérarchie pour le forum de discussion.

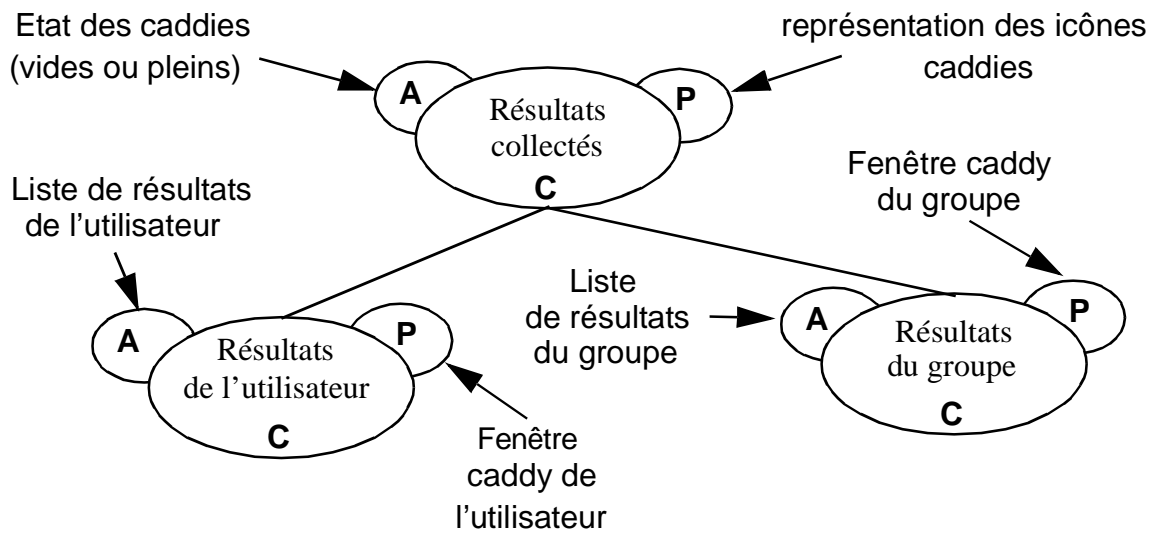


Figure B.20 : Sous-hiérarchie pour les résultats collectés.

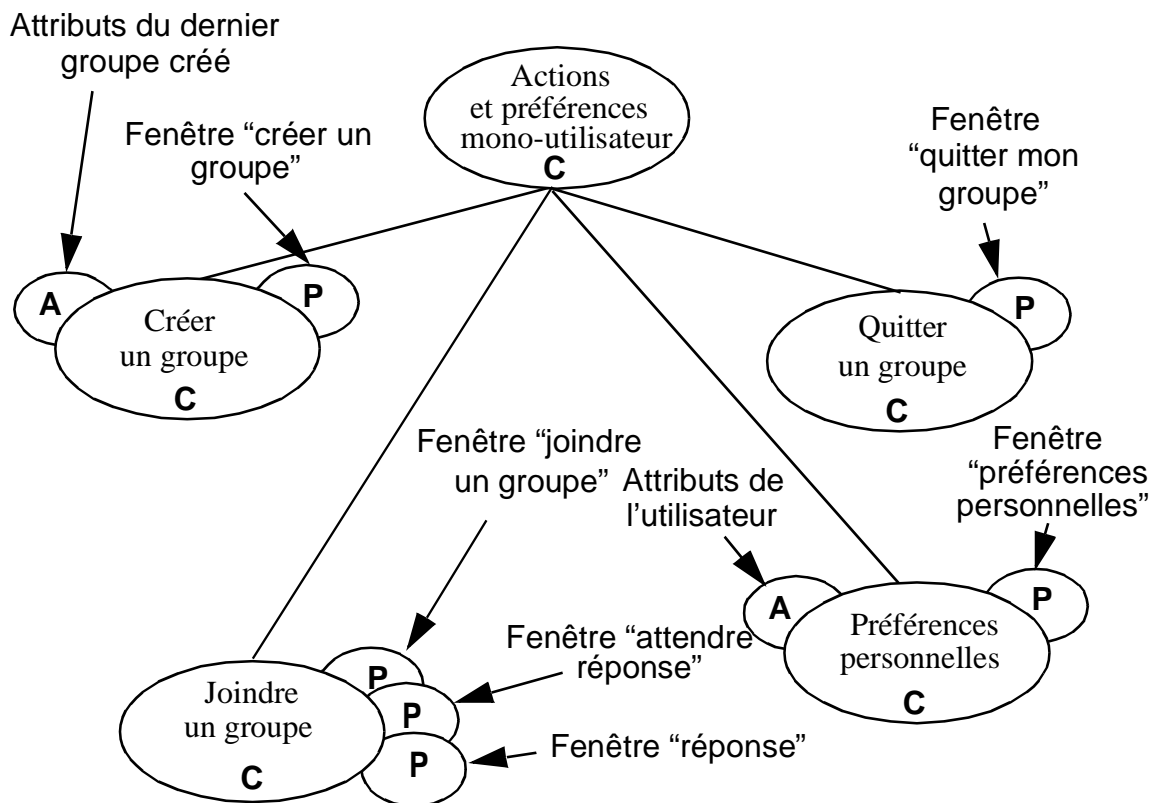


Figure B.21 : Sous-hiérarchie pour les actions et préférences mono-utilisateur.

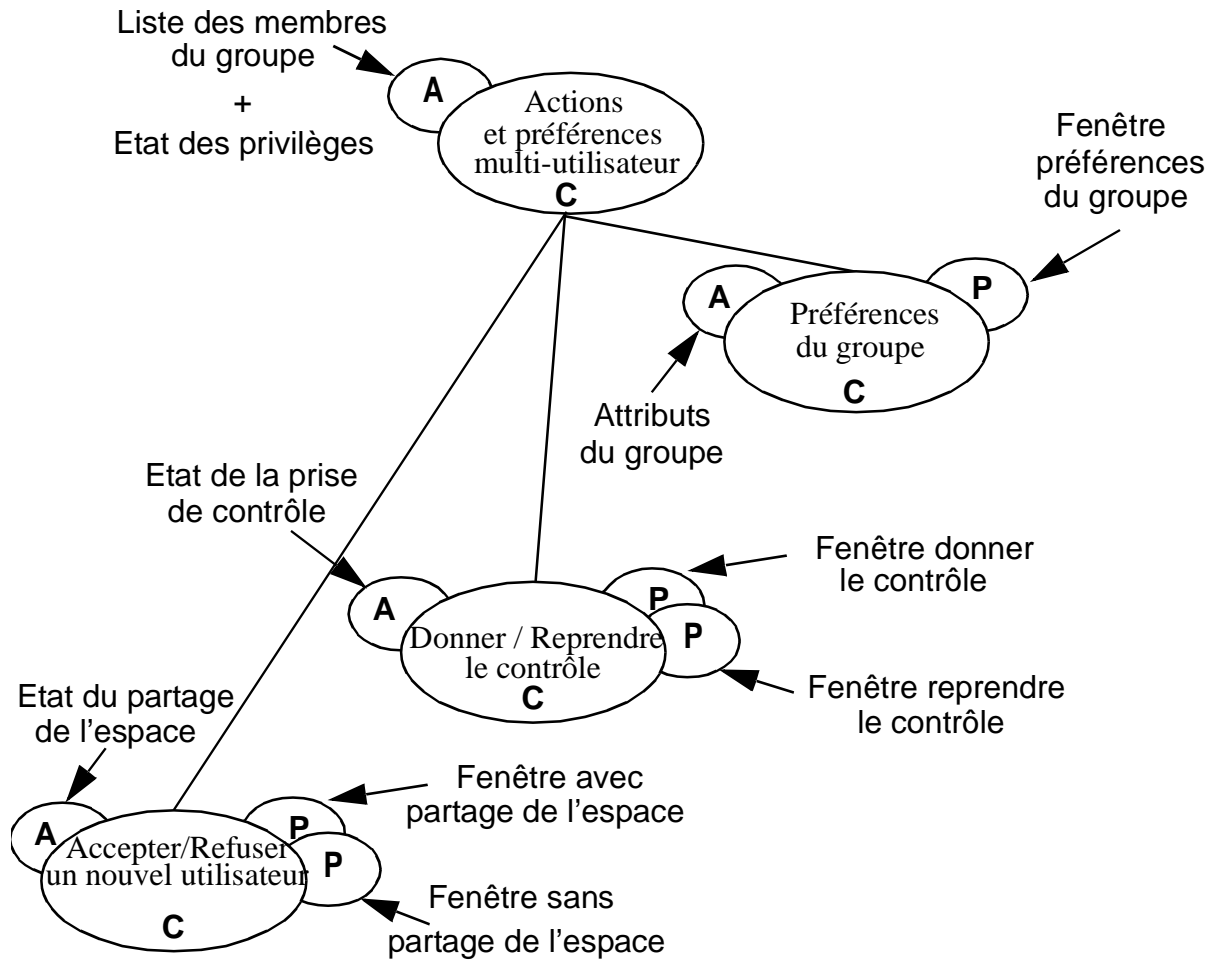


Figure B.22 : Sous-hiérarchie pour les actions et préférences multi-utilisateur pour mon groupe.

Annexe E

Classes Java d'agents PAC

II. La classe " Control "

```
package DC.PacModel;
import java.util.Observer;
import java.util.Observable;
import DC.DCMessage.*;

public class Control
{
    protected Abstraction  Abstr = null;
    public Abstraction getA() {return Abstr;}
    protected Presentation Pres  = null;
    public Presentation getP() {return Pres;}
    protected Control PacFather  = null;

    public Control (Control C)
    {
        PacFather  = C;
    }

    /**
     * Method which change presentation and abstraction facet of this control.
     * @param Pres a ref on the new presentation
     * @param Abstr a ref on the new abstraction
     */
    public void changeEars(Presentation Pres, Abstraction Abstr)
    {
        this.Pres    = Pres;
        this.Abstr   = Abstr;
    }

    public void treatMessage(DCMessage message, Control sender) {}

    /**
     * Method to receive a request from the Presentation Facet
     * @param Message    : A string which describe the request
     * @param Attachment : A ref on an eventual object necessary to treat the
    request
     */
    public void newUserAction (String Message, Object Attachment)
    {
        System.out.println("ERROR : General User action non-catched : "+Message);
    }

    /**
     * Method to receive a request from the Astraction Facet
     * @param Message    : A string which describe the request
     * @param Attachment : A ref on an eventual object necessary to treat the
    request
     */
    public void newSystemAction (String Message, Object Attachment)
    {
        System.out.println("ERROR : General System action non-catched : "+Mes-
    sage);
    }
}
```



```
}

/**
 * Method to receive a request from an other agent.
 * @param Message    : A string which describe the request
 * @param Attachment : A ref on an eventual object necessary to treat the
request
 */
public void newAction (String Message, Object Attachment)
{
    System.out.println("ERROR : General Internal pac action in "+get-
Class().toString() +"control non-catched : "+Message);
}
}
```

III. La classe " Presentation "

```
package DC.PacModel;

import PTC.PTCBox;

import java.util.Observer;
import java.util.Observable;

public class Presentation
{

    // A Ref on my controler
    protected Control Ctrl = null;

    public Presentation (Control Ctrl)
    {
        this.Ctrl = Ctrl;
    }

    /**
     * Change the control of this presentation
     * @param Ctrl the new control for this Presentation facet
     */
    public void changeControl(Control Ctrl)
    {
        this.Ctrl = Ctrl;
    }

    public void update(Object obj)
    {
    }

    /**
     * This fuction called only by the PTC notify a changement in the presen-
     * tation
     * of the agent. Here we do what it is needed to inform the control.
     * @param Tag The unique Id of the widget that call this function
     * @param ValueMeaning What this new integer value is.
     * @param Value : The new integer value given by the PTC
     */
    public void setIntValue(int Tag, String ValueMeaning, int Value)
    {
    }

    public void setValue(int type) {}

    /**
     * This function called only by the PTC notify a changement in the presen-
     * tation
```

```
* of the agent. Here we do what it is needed to inform the control.
* @param Tag The unique Id of the widget that call this function
* @param ValueMeaning What this new point value is.
* @param Value1, Value2 : The new point value given by the PTC
**/
public void setPointValue(int Tag, String ValueMeaning, int Value1, int
Value2)
{

}

/**
 * This fucntion called only by the PTC notify a changement in the presen-
tation
 * of the agent. Here we do what it is needed to inform the control.
 * @param Tag The unique Id of the widget that call this function
 * @param ValueMeaning What this new boolean value is.
 * @param Value : The numero new booleanvalue given by the PTC
**/
public void setBooleanValue(int Tag, String ValueMeaning, boolean Value)
{

}

/**
 * This return an integer value of the presentation
 * @param Tag The unique Id of the widget that call this function
 * @param ValueMeaning What this asked value is.
 * @return The value asked
**/
public int getIntValue(String ValueMeaning)
{
    return 0;
}
}
```

IV. La classe " Abstraction "

```
package DC.PacModel;

import DC.PacModel.Control;

public class Abstraction
{
    // A ref on the control facet
    protected Control Ctrl = null;

    /**
     * Constructor for Abstraction
     * @param Ctrl A ref on the control facet which created me
     */
    public Abstraction (Control Ctrl)
    {
        this.Ctrl = Ctrl;
    }

    /**
     * Change the control of this abstraction
     * @param Ctrl the new control for this abstraction facet
     */
    public void changeControl(Control Ctrl)
    {
        this.Ctrl = Ctrl;
    }

    /**
     * Method to receive a string value from the FCA
     * @param ValueMeaning What this new string value is.
     * @param Value : The new string value given by the FCA
     */
    public void setStringValue(String ValueMeaning, String Value)
    {
    }
}
```

Références bibliographiques

[Abowd 1992]

D. Abowd, J. Coutaz, L. Nigay, Structuring the Space of Interactive Properties, *Actes de la Conférence IFIP TC2/WG2.7 Working Conference on Engineering for Human-Computer Interaction*, édité par J. Larson et C. Unger, (10-14 Août, Ellivuori, Finlande), (1992), p. 113-128.

[Benford 1996]

Benford, S., Brown, C., Reynard, G., Greenhalgh, C., Shared Spaces: Transportation, Artificiality, And Spatiality, *Proceedings of CSCW'96*, 1996.

[Bentley 1997]

Bentley, R., Horstmann, T., Trevor, J., The World Wide Web as Enabling Technology for CSCW: The Case of BSCW, in *CSCW: The Journal of Collaborative Computing: Special issue on CSCW and the Web*, 1997, Academic Publishers, Amsterdam.

[Berners-Lee 1996]

T. Berners-Lee, T., Fielding, R., Frystyk, H., RFC 1945, <http://www.eisti.fr/eisti-web/docs/normes/rfc1945/1945-0.htm>, (traduction française, Valéry G. FREMAUX, 1997).

[Bowers 1995]

Bowers, J., Button, G., Workflow from Within and Without, *Proceedings of ECSCW'95*, Stockholm, Suede, 1995, Kluwer Academic Publishers.

[Brandenburg 1998]

Brandenburg, J., Byerly, B., Dobridge, T., Lin, J., Rajan, D., Roscoe, T., Artefact: A Framework for Low-Overhead Web-Based Collaborative Systems, in *Proceedings of CSCW'98*, Seattle, 1998, p. 189-196.

[Calvary 1997]

Calvary, G., Coutaz, J., Nigay, L., From Single-User Architectural Design to PAC*: a Generic Software Architecture Model for CSCW, *Proceedings of CHI'97*, Atlanta, Mars 1997, p. 242-249.

[Canal+ 1999]

Le deuxième monde, <http://virtuel.cplus.fr/>

[Churchill 1997]

Churchill, E., Snowdon, D., Benford, S., Dhanda, P., Using VR-VIBE; browsing and searching for documents in 3d-space. *Proceedings of HCI'97*, San Francisco, USA, Aout 1997.

[CGI 1997]

<http://hoohoo.ncsa.uiuc.edu/cgi/intro.html>

[Choo 1998]

Cho, C., Detlor, B., Turnbull, D., A Behavioral Model of Information Seeking on the Web -- Preliminary Results of a Study of How Managers and IT Specialists Use the Web. *Proceedings of the 61st Annual Meeting of the American Society for Information Science*, Pittsburgh, USA, Octobre 1998, p. 290-302, édité par Cecilia Preston, Medford, NJ: Learned Information, Inc.

[Cockburn 1997]

Cockburn, A., Jones, S., Design Issues for World Wide Web Navigation Visualisation Tools. *RIA'O'97: The Fifth Conference on Computer-Assisted Research of Information*. McGill University, Montreal, Quebec, Canada, Juin 1997, p. 55-74.

[Conklin 1987]

Concklin, J., Hypertext : an introduction and survey. *Computer*, septembre 1987, p. 17-41.

[Coutaz 1987]

Coutaz, J., PAC: an Implementation Model for Dialog Design, Proceedings of Interact'87, H-J Bullinger, B. Shackel ed., North Holland, Stuttgart, Septembre 1987, p. 431-436.

[Coutaz 1992]

Coutaz, J., Software Architecture Modeling for User Interfaces, *Encyclopedia of Software Engineering*, 1992.

[Coutaz 1997]

Coutaz, J., Crowley, J., Berard, F., Eigen Space Coding as a means to Support Privacy in Computer Mediated Communication, *Proceedings of Interact'97*, Sydney, Juillet 97, C&H.

[Dewan 1995]

Dewan, P., Multiuser Architectures, *Proceedings EHCI'95*, Working Conference on Engineering Computer Human Interaction, 1995.

[Dieberger 1998]

Dieberger, P., Social Connotations of Spatial Metaphors and Their Influence on (Direct) Social Navigation. *Workshop on Personalized and Social Navigation in Information Space*, Stockholm, 1998.

[Dillon 1990]

Dillon, A., McKnight, C., Richardson, J., Navigation in Hypertext : A Critical Review of the Concept. *Proceedings of INTERACT'90*, Cambridge, UK, Août 1990, , édité par Diaper, p. 587-592.

[Dix 1996]

Dix, A., Challenges and Perspectives for Cooperative Work on the Web, *Proceedings of ERCIM workshop on CSCW and the Web*, Sankt Augustin, Allemagne, Février 1996.

[Dourish 1994]

Dourish, P., Chalmers, M., Running Out of Space : Models of Information Navigation. *Proceedings of HCI'94*, Glasgow, UK, Août 1994.

[Dubois 1997]

Dubois, E., Interaction Personne-Système : le cas particulier des gestes Gestes Médico-Chirurgicaux Assistés par Ordinateur, *Rapport de DEA*, Université Joseph Fourier, Grenoble, 1997.

[Eastgate 1999]

<http://www.eastgate.com/>

[Ellis 1989]

Ellis, D., A Behavioural Model for Information Retrieval System Design. *Journal of Information Science* 15, No 4/5, 1989, p. 237-247.

[Ellis 1993]

Ellis, D., Cox, D., Hall, K., A Comparison of the Information Seeking Patterns of Researchers in the Physical and Social Sciences. *Journal of Documentation* 49, No 49, 1993, p. 356-369.

[Ellis 1997]

Ellis, D., Merete, H., Modelling the Information Seeking Patterns of Engineers and Research Scientists in an Industrial Environment. *Journal of Documentation* 53, No 4, p. 384-403.

[Fahlen 1993]

Fahlen, L., Stahl, O., Brown, C., Carlsson, C., A Space Based Model for User Interaction in shared Synthetic Environments, *Proceedings of INTERCHI'93*, Amsterdam, Avril 1993, p. 43-48.

[Greenberg 1996]

Greenberg, S., Roseman, M., GroupWeb: A WWW Browser as Real Time Groupware, *Proceedings of CHI'96*, Vancouver, Canada, Avril 1996, p. 271-272.

[Hammond 1989]

Hammond, N., Allison, L., Extending Hypertext for Learning : An Investigation of Access and Guidance Tools. *People and Computers*, 1989, Sutcliffe and MacAulay editors, Cambridge University Press.

[Hartson 1992]

Hartson, H., Gray, P., Temporal Aspects of Tasks in the User Action Notation. *Human Computer Interaction*, Vol. 7, 1992, p. 1-45.

[IDSoftware 1999]

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

[Inxight 1999]

<http://www.inxight.com/>

[IRC 1999]

<http://www.irc.net/>

[Ishii 1994]

Ishii, I., Kobayashi, M., Iterative design of Seamless Collaborative Media, *Communication of the ACM*, 37(8), 1994, p. 83-97.

[Kleinberg 1998]

Kleinberg, M., Authoritative Sources in a Hyperlinked environment, *Proceedings of ACM-SIAM symposium on Discrete Algorithms*.

[Kobayashi 1998]

Kobayashi, M., Shinozaki, M., Sakairi, T., Tsuma, M., Daijavad, S., Wolf, C., Collaborative Customer Services Using Synchronous Web Browser Sharing, in *Proceedings of CSCW'98*, Seattle, 1998, p. 99-108.

[Laurillau 1999]

Laurillau, Y., Synchronous Collaborative Navigation on the WWW, in *Proceedings of CHI'99*, Pittsburgh, Mai 1999, p. 308-309.

[McAleese 1989]

MacAleese, R., Navigation and Browsing in Hypertext. *Hypertext : Theory into Practice*, 1989, Oxford press.

[Microsoft 1999]

<http://www.microsoft.com/>

[Mottor 1997]

Mottor Network Wizard, <http://www.mottor.com/>

[Nigay 1994]

L. Nigay, Conception et modélisation logicielles des systèmes interactifs : application aux interfaces multimodales, *Thèse de l'UJF - Grenoble I*, 1994, Chap. 2, 4.

[Nigay 1998]

Nigay, L., Vernier, F., Design Method of Interaction Techniques for Large Information -Spaces, in *Proceedings of AVI'98*, Aquila, Italie, Mai 1998, p. 37-46, ACM Press.

[Norman 1986]

Norman, D., Draper, S., User Centered System Design, 1996, Lawrence Erlbaum Associates , Publishers.

[OMG 1999]

The Object Management Group, The Common Object Request Broker: Architecture & Specification, 1999. Disponible depuis <http://www.cs.wustl.edu/~schmidt/CORBA-docs/corba2.0.ps.gz>.

[Palace 1999]

<http://www.thepalace.com/>

[Rauterberg 1995a]

Rauterberg, M., Dätwyler, M., Sperisen, M., The Shared Social Space as a Basic Factor for the Design of Groupware, *Proceedings of KnowRight'95*, Vienne, Aout 1995, p. 176-181.

[Rauterberg 1995b]

Rauterberg, M., Sperisen, M., Dätwyler, M., From Competition to Collaboration through a Shared Social Space, *Proceedings of EWHCI'95*, Moscou, Juillet 1995, p. 94-101, volume II.

[Rocco 1998]

Rocco, E., Trust Breaks Down in Electronic Contexts but Can Be Repaired by Some Initial Face-to-Face Contact, *Proceedings of CHI'98*, Los Angeles, Avril 1998, p. 496-502.

[Salber 1995]

Salber, D., De l'interaction homme-machine individuelle aux systèmes multi-utilisateurs. *PhD dissertation*, Université de Grenoble, France, Septembre 1995, p. 94-101.

[Salvador 1996]

Salvador, T., Scholtz, J., Larson, J. The Denver Model for Groupware Design. *SIG-CHI Bulletin*, 28, 1, Janvier 1996.

[Scapin 1990]

Scapin, D., Pierret-Golbreich, C., Towards A Method For Task Description: MAD, Work with Display Units. 1989, Berlinguet and Berthelitte editors.

[Shepherd 1989]

Shepherd, A., Analysis and Training in Information Technology Tasks. *Task Analysis for Human-Computer Interaction*, 1989, Chapter 1, p. 15-55, Dan Diaper editor.

[Sidler 1997]

Sidler, G., Scott, A., Wolf, H., Collaborative Browsing in the World Wide Web, *Proceedings of the 8th Joint European Networking Conference*, Edinburgh, May 12.-15. 1997.

[Terveen 1997]

Terveen, L., Hill, W., Amento, B., McDonald, D., Creter, J., Building Task-Specific Interfaces to High Volume Conversational Data, *Proceedings of CHI'97*, Atlanta, Mars 1997, P. 226-233.

[Terveen 1998]

Terveen, L., Hill, W., Evaluating emergent Collaboration on the Web, *Proceedings of CSCW'98*, Seattle, 1998, p. 355-362.

[Trevor 1997]

Trevor, J., Koch, T., Woetzel, G., MetaWeb: Bringing Synchronous Groupware to the World Wide Web, in *Proceedings of ECSCW'97*, 1997.

[Twidale 1997]

Twidale, M., Nichols, D., Paice, C., Browsing is a Collaborative Process, in *Information Processing & Management*, 1997, 33(6), 761-83.

[Twidale 1998]

Twidale, M., Nichols, D., A Survey of Applications of CSCW for Digital Libraries. *Technical Report*, Computing Department, Lancaster University, Avril 1998.

[Van Der Veer 1996]

Van Der Veer, G., Lenting, B., Bergevoet, B., GTA : Groupware Task Analysis - Modeling Complexity, *Acta Psychologica*, 91, 1996, pp. 297-32.

[Vernier 1997]

Vernier, F., Nigay, L., Représentations Multiples d'une Grande Quantité d'Information, *Proceedings of IHM'97*, Poitiers, Septembre 1997, p. 183-190.

[Waterworth 1991]

Waterworth, J., Chignell, M., A Model of Information Exploration, *Hypermédia*, 3, 1991, p. 35-38.

[Waterworth 1998]

Waterworth, J., Spaces, Places, Landscapes and Views : Experiential Design of Shared Information Spaces, *Workshop on Personalised and Social Navigation in Information Space*, Stockholm, Suède, Mars 1998.

[Zeiliger 1997]

Zeiliger, R., Supporting Constructive Navigation of Web Space, *Workshop on Personalised and Social Navigation in Information Space*, Stockholm, Suède, Mars 1998.

