

**UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA**

**Faculté des Sciences**  
Département d'informatique

# **MEMOIRE DE MAGISTER**

Option : Ingénierie des systèmes et de la connaissance

## **PROPOSITION D'UNE PLATE FORME DE COLLABORATION POUR LES STUDIOS DE DESIGN VIRTUELS**

Par

**TOUBALINE Nesrine**

Devant le jury composé de :

A. GUESSOUM	Professeur Université de Blida	Président
M. KOUDIL	Maître de Conférences Institut de l'INI	Examineur
K. BENATCHBA	Maître de Conférences Institut de l'INI	Examineur
Z. NOUAS	Maître de Conférences Université de Blida	Invité
H. ABED	Maître de Conférences Université de Blida	Rapporteur

Blida, Février 2008

## RESUME

Un studio virtuel de conception est distribué à travers l'espace et le temps et l'information est représentée électroniquement. La technologie disponible pour les studios de conception inclut le DAO (Dessin Assisté par ordinateur), traitement d'image, le World Wide Web, la communication visuelle, l'email, le dossier partagé et le transfert de fichiers. Le potentiel pour cette technologie dans un environnement de conception est de réduire la nécessité de se réunir physiquement quand la collaboration est nécessaire.

L'objectif de ce mémoire est de **proposer une plate forme de collaboration pour les studios de design virtuels.**

**Mots clés :** studio virtuel de conception, coopération, collaboration.

## **ABSTRACT**

A Virtual Design Studio is distributed across space and time and information is represented electronically. The technology available for design studio includes CAD Computer Aided Design, image processing, World Wide Web, video conferencing, email, shared file and files transfer. The potential for this technology in a design environment is to reduce the need to physically meet when collaboration is needed.

The objective of this memory is to propose a collaborative platform for virtual design studios

**Key words** : virtual design studio, cooperation, collaboration.

## ملخص

استند يوهات التصميم الافتراضية موزعة عبر المكان و الزمان و المعلومات ممثلة ا لكترونيا. و تدرج التكنولوجيا المتوفرة للاستند يوهات الرسم بمسا عدة الكمبيوتر ( ر م ك), معالجة الصورة, وورد وايدوب, الأتصال البصري, البريد الالكتروني , الملف المقسم و تحويل الملفات. و هدف هذه التكنولوجيا في محيط التصميم هو الحد من ضرورة الاجتماع بدنيا حيث يكون التعاون ضروري.

وتهدف هذه المذكرة لاقتراح قاعدة تعاون للاستديوهات الافتراضية للتصميم

**الكلمات الجوهرية :** ستديو افتراضي للتصميم, تعاون, اشتراك.

## REMERCIEMENTS

Tous d'abord je remercie le bon Dieu qui m'a protégé et guidé.

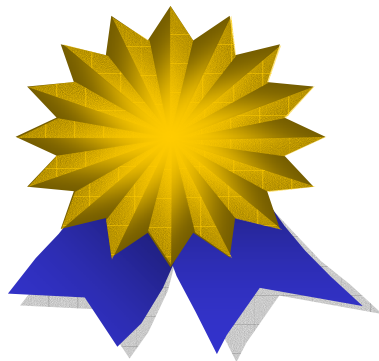
J'exprime particulièrement mes profondes gratitude et mes vifs remerciements à mon rapporteur Madame "ABED" pour son aide, pour m'avoir fourni de précieux renseignements et pour nos nombreuses discussions fort intéressantes, ses précieux conseils toujours utiles et ses nombreuses corrections de mon travail.

Je voudrais aussi remercier l'ensemble des membres du jury pour avoir accepté de participer à la soutenance et d'évaluer mon travail.

Je tiens également à remercier mes parents et toute ma famille qui m'a beaucoup aidé et encouragé durant mes études.

Je suis extrêmement reconnaissante envers tous mes amies, camarades et collègues de m'avoir soutenu et réconforté durant ces deux dernières années de magister.

En fin, je remercie tous les enseignants qui mon suivis durant mes études.



## TABLE DES MATIERES

RESUME .....	2
ABSTRACT.....	3
REMERCIEMENTS .....	5
TABLE DES MATIERES .....	6
Liste des illustrations, graphiques et tableaux .....	8
INTRODUCTION .....	9

### CHAPITRE I LA REALITE VIRTUELLE

1.1 Introduction.....	12
1.2 Définitions de la Réalité Virtuelle .....	12
1.3 La finalité de la réalité virtuelle .....	15
1.4 Bilan pour la définition de la réalité virtuelle .....	16
1.5 Immersion .....	20
1.6 L'interaction .....	21
1.7 Les primitives comportementales virtuelles .....	22
1.8 Réalité virtuelle mono-utilisateur vs multi-utilisateurs .....	23
1.9 Les applications de la réalité virtuelle.....	24
1.10 Intégration de la réalité virtuelle en conception.....	25
1.11 La présentation d'un monde virtuel.....	26
1.12 Conclusion .....	29

### CHAPITRE 2 TRAVAIL COLLOBORATIF ASSISTE PAR ORDINATEUR

2.1 Introduction.....	30
2.2 Présentation et définition du Travail Collaboratif Assisté par Ordinateur.....	30
2.3 Le travail coopératif.....	31
2.4 Collecticiel .....	33
2.5 Les modes de coopération.....	38
2.6 Autre classifications.....	41
2.7 Formes de coopération .....	42
2.8 Les espaces fonctionnels.....	43
2.9 Conclusion .....	47

### CHAPITRE 3 LE STUDIO VIRTUEL DE CONCEPTION

3.1 Introduction.....	48
3.2 Définition et concept de Studio Virtuel de Conception.....	48
3.3 La conception.....	50
3.4 La communication.....	51
3.5 La représentation.....	52
3.6 La documentation.....	53
3.7. Modes de communication dans un Studio Virtuel de Conception.....	54
3.8 Quelques travaux existants sur les studios virtuels de conception.....	57

3.9 Synthèse .....	60
3.10 Conclusion .....	61

#### CHAPITRE 4 PROPOSITION D'UNE PLATE FORME POUR UN STUDIO VIRTUEL DE CONCEPTION

4.1 Introduction .....	62
4.2 Architecture d'un studio virtuel de conception .....	62
4.3 influence de mode de coopération sur l'architecture d'un studio virtuel de conception	64
4.4 Les composants de l'architecture d'un studio virtuel de conception .....	65
4.5 Etude de cas .....	70
4.6 Conclusion .....	90

CONCLUSION .....	91
------------------	----

REFERENCES.....	93
-----------------	----

Annexe I : Le langage VRML.....	98
---------------------------------	----

Annexe II : Exemple de description de forme en langage VRML.....	102
--	-----

Annexe III : Le partage de programme entre deux concepteurs .....	104
---	-----

## LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

Figure 1.1 : La boucle perception, décision, action passant par le monde virtuel .....	17
Figure 1.2 : comparaison entre un monde réel et un monde virtuel figé .....	18
Figure 1.3 : comparaison entre un monde réel et un monde virtuel interactif .....	19
Figure 2.1 : Taxonomie espace temps des collecticiels .....	37
Figure 2.2 : Illustration des communications dans chaque mode de coopération .....	41
Figure 2.3 : le trèfle fonctionnel des collecticiels .....	43
Figure 3.1 : Protocole de transfert de fichier.....	55
Figure 3.2 : Exemples des whiteboards.....	56
Figure 3.3 : Téléphone de conférence .....	57
Figure 3.4 : Vidéo de conférence .....	57
Figure 3.5 : la conception d'un véhicule sans roue.....	59
Figure 4.1: Notre proposition d'architecture de studio virtuel de conception.....	65
Figure 4.2 : Modèle conceptuel de la BDD coordination .....	69
Figure 4.3 : Interface de l'agent leader.....	72
Figure 4.4 : Diagramme de cas d'utilisation "l'agent leader utilise la base de données coordination".....	73
Figure 4.5 : Base de données de coordination.....	74
Figure 4.6 : La table concepteur.....	75
Figure 4.7 : liste des concepteurs selectionnés.....	77
Figure 4.8 : la liste des concepteurs choisis .....	78
Figure 4.9 : L'interface de notre Plate Forme de Studio Virtuel de Conception.....	79
Figure 4.10 : Diagramme de cas d'utilisation " la conception en collaboration".....	80
Figure 4.11 : la fenêtre Outils de conception .....	81
Figure 4.12 : La sélection d'un outil a Ajouté à la liste des outils de conception .....	81
Figure 4.13 : la sélection d'un outil à exécuter.....	82
Figure 4.14 : l'exécution de l'outil AutoCad .....	83
Figure 4.15 : fenêtre des outils de communication .....	84
Figure 4.16 : Fenêtre logiciels de communication .....	84
Figure 4.17 : Fenêtre Accès au Web .....	85
Figure 4.18 : Fenêtre Ajouter un lien .....	85
Figure 4.19 : Choisir la page Web Site Google .....	86
Figure 4.20 : La fenêtre de site Google.....	86
Figure 4.21 : l'outil NetMeeting.....	87
Figure 4.22 : Tableau blanc de NetMeeting.....	88
Figure 4.23 : Cuisine 3D en VRML.....	89
Tableau 3.1 : modes de communication dans un studio virtuel de conception .....	55
Tableau 4.1 : Description des classes du modèle de coordination .....	67
Tableau 4.2 : Description des associations du modèle de coordination .....	67
Tableau 4.3: la table Possède .....	76
Tableau 4.4 : la table Nécessite .....	76
Tableau 4.5 : table Proposition.....	77
Tableau 4.6: table Concerne .....	77



## INTRODUCTION

Les progrès de la technologie font évoluer les modes de travail. En particulier en matière de communication où le développement de nouveaux modes, comme les services d'Internet change les habitudes de travail. Cela permet de se déployer géographiquement en profitant de plus en plus de systèmes de communication adaptés aux grandes distances. Le lieu de travail peut désormais être modifié selon les nécessités, travailler chez soi, chez le client, faisant du bureau traditionnel et fixe un lieu obsolète. Au niveau des supports, on utilise de plus en plus les systèmes informatiques comme support de communication.

Autrement dit, les distances géographiques sont de plus en plus grandes, les personnes s'éloignent et se déplacent plus, cela crée des besoins en matière de communication. Pour répondre à ces nouvelles exigences, on dispose de solutions de travail coopératif synchrone; en particulier l'audio conférence sur des réseaux comme Internet.

Parallèlement, la puissance des micro-ordinateurs s'est accrue, en terme de calcul, et en terme d'affichage. La synthèse d'image temps réel est à la portée d'un plus grand nombre de personnes.

Les avancements en technologie informatique et de télécommunication affectent beaucoup de secteurs d'activité, y compris **la profession de conception**. Depuis sa première exécution, on peut déclarer que la technologie de conception assistée par ordinateur a remplacé les outils de dessin manuels avec des médias électroniques pour des buts de rédaction et de visualisation.

Le **studio virtuel de conception** est un nouveau paradigme pour une profession spécifique, à savoir la conception. Le studio virtuel de conception rassemble les concepteurs de conception à travers l'espace (divers endroits) et le temps (à différent moment) pour travailler dans un atelier virtuel. Les concepteurs coopèrent et communiquent à travers le Web en partageant les informations électroniquement.

Les projets de conception dans le studio virtuel de conception exigent la réunion des efforts des individus et la synchronisation des flux de l'information entre eux. Les studios virtuels de conception fournissent des données et mettent en application les résultats de la recherche dans le domaine de la conception en collaboration assisté par ordinateur. Le terme «collaboration en conception» est employé dans le sens le plus général pour dénoter l'activité de conception quand plus d'une personne travaille sur un problème de conception. Ceci peut être redit comme collaboration qui se produit quand plusieurs personnes ont un objectif commun. La collaboration est possible quand les collaborateurs partagent des activités et l'information pour réaliser leur but.

**Dans un Studio Virtuel de Conception :**

- le groupe de conception se compose de personnes qui peuvent se situer dans divers endroits
- le processus de conception et les communications des concepteurs sont assistés par ordinateur et informatisés
- l'information est manipulée sous forme électronique
- la documentation finale de conception est également sous forme électronique

L'objectif de ce mémoire est de **proposer une plate forme de collaboration pour les studios de design virtuels**. Cette plate forme doit spécifier le matériel et le logiciel nécessaires à la réalisation d'un studio virtuel de conception. Celui-ci permettra la coopération et la collaboration d'un ensemble de participants (coopérants), qui travaillent à travers le temps et l'espace. Cette proposition permet la conception, la communication et le partage ou l'échange des données en se connectant à une plate forme commune de travail.

Les travaux sur les Studios Virtuels de Conception incluent plusieurs disciplines, et combinent de nombreuses technologies à savoir :

- Technologie **des réseaux informatiques** (Internet); en particulier en matière de communication où le développement des nouveaux moyens de conversation et d'échange de données entre les personnes à travers le monde entier a vu le jour.

- Technologie de **la réalité virtuelle (RV)**; les technologies de la réalité virtuelle permettent à un utilisateur d'interagir en temps réel, au moyen de diverses interfaces, avec un monde tridimensionnel engendré par l'ordinateur. La réalité virtuelle est un domaine scientifique et technique permettant à un individu (ou à plusieurs) d'interagir en temps réel avec des entités 3D au moyen d'interfaces comportementales.
- Et Technologie de **Travail Collaboratif Assisté par Ordinateur (TCAO)**; un domaine de recherche qui s'intéresse au travail coopératif entre plusieurs personnes afin de réaliser un projet ou un objectif commun.

Ce mémoire se décompose en quatre chapitres. Dans le premier chapitre, nous explorons les notions de la **réalité virtuelle**, nous essayons de donner les différentes définitions de la réalité virtuelle. Par la suite on parlera de taxonomie des systèmes de réalité virtuelle et des applications de ce domaine. On exposera à la fin de ce chapitre comment présenter un monde virtuel.

Dans le deuxième chapitre, nous aborderons les principes du **Travail collaboratif Assisté par Ordinateur**, on commence d'abord par donner des définitions à propos des concepts de ce domaine, ensuite on exposera les divers modes et niveaux de coopération existants dans la littérature, et on termine ce chapitre en parlant d'espace fonctionnel (production, coordination et communication) dans le travail collaboratif assisté par ordinateur.

Le troisième chapitre détaille le concept de **Studio Virtuel de Conception**, on commence par donner une définition d'un studio virtuel de conception, ensuite on parlera de ses divers concepts; et on terminera en exposant quelques expériences du studio virtuel de conception existantes dans la littérature.

Nous présentons dans le chapitre quatre notre **proposition d'une plate forme de collaboration pour les studios de design virtuels**. Nous détaillerons l'application développée pour notre studio virtuel de conception. Cette application s'intéresse à la conception de bâtiments par une équipe d'architectes dispersées géographiquement.

## **CHAPITRE I LA REALITE VIRTUELLE**

### 1.1 Introduction

La réalité virtuelle (RV) se propose de changer les interfaces homme machine. L'avènement de stations de travail en réseau dotées de très fortes capacités graphiques 3D couplées à de nouveaux périphériques de visualisation et d'interaction permet de fournir à plusieurs utilisateurs toutes les informations sensorielles nécessaires pour les convaincre de leur présence dans un monde synthétique.

Au début de ce chapitre, nous essayons tout d'abord de donner les différentes définitions de la réalité virtuelle. Par la suite on parlera des applications de ce domaine. On exposera à la fin de chapitre comment présenter un monde virtuel 3D.

### 1.2 Définitions de la Réalité Virtuelle

D'après GERBER [1], Le terme de réalité virtuelle est lui même contradictoire. La réalité est, par définition, ce qui existe, alors que le virtuel est, par définition, ce qui n'existe pas. Que représente alors cette "réalité virtuelle", cet "existant qui n'existe pas"?

Le nom de Réalité Virtuelle aurait été créé selon de nombreux auteurs par Jaron LANIER [2]

La réalité virtuelle a connu de nombreuses définitions, nous résumons dans ce qui suit quelques unes trouver dans la littérature.

D'abord Jaron LANIER [3] décrira la 'réalité virtuelle' comme étant une réalité synthétisée partageable avec d'autres personnes, que nous pouvons appréhender par nos sens, et avec laquelle nous pouvons interagir, le tout par l'intermédiaire d'artefacts informatisés.

Pour SCHNEIDER [4] La RV reste avant tout une construction mentale de l'observateur face aux stimulations sensorielles qui lui sont fournies par les artefacts technologiques.

Selon CRUZ-NEIRA [4] La réalité virtuelle se réfère aux environnements tridimensionnels générés par ordinateurs, immersifs, interactifs, multi-sensoriels et centrés sur l'utilisateur, ainsi qu'à la combinaison des technologies requises pour construire ces environnements

PIMENTEL et TEXEIRA [4] ont décrit la réalité virtuelle ainsi: « La RV est une expérience d'immersion dans laquelle les utilisateurs portent des casques-écran munis de capteurs de position, voient des images stéréoscopiques, entendent un son 3D, et peuvent explorer un monde interactif en trois dimensions ».

Ces deux dernières définitions qui datent du début des années 90 laissent à croire que nous sommes encore loin de cette réalité virtuelle qui nécessiterait une immersion totale, multi-sensorielle. À l'heure actuelle, dans la majorité des cas, des écrans d'ordinateurs et des souris remplacent les habits informatisés ; de rares laboratoires disposent d'artefacts informatisés comme des casques- écran ou des gants de données [4]

Ludovic BLIN [5] définit la réalité virtuelle comme une combinaison de la simulation en temps réel et des interactions entre l'utilisateur et la machine au travers de multiples canaux sensoriels, ceux-ci correspondant aux cinq sens humains : la vue, le toucher, le goût, l'odorat et l'ouïe

L'immersion s'effectue grâce à une vision en 3D (vision stéréoscopique) qui peut être réalisée grâce à des systèmes portatifs de type casque où il y a deux petits écrans (un pour chaque œil), ou grâce à des systèmes fixes qui disposent de grands écrans où sont projetés deux images (une paire de lunettes est nécessaire pour séparer les deux flux). Nous pouvons aussi parler d'immersion sonore, olfactive, tactile voire gustative [6]

Pour les informaticiens [7, 8, 9] la réalité virtuelle est une technologie propre aux systèmes informatiques visant à créer des environnements qui simulent le monde naturel ou un monde imaginaire et qui donnent à l'utilisateur l'impression de la réalité.

Pour Louise FANTINI [10] La réalité virtuelle (RV) désigne un ensemble de technologies et de procédés qui permettent à un concepteur de créer un environnement entièrement généré par ordinateur. En anglais, les termes Virtual Reality (VR) et Virtual Environment (VE) sont utilisés.

À l'intérieur d'un environnement virtuel, l'utilisateur peut se déplacer et manipuler les objets qui s'y trouvent. Cependant, à l'inverse du monde réel, l'utilisateur demeure au même endroit. C'est le monde virtuel qui se déplace autour de lui.

ARNALDI [11] définit la réalité virtuelle comme un ensemble de techniques permettant de reproduire le plus fidèlement possible par calcul en temps réel, le comportement d'entités 3D en interaction entre elles et avec le monde réel composé entre autre d'un ou plusieurs utilisateurs exploitant de multiples canaux sensoriels.

Dans ce cas, les technologies de la réalité virtuelle permettent à un utilisateur d'interagir en temps réel, au moyen de diverses interfaces, avec un monde tridimensionnel engendré par l'ordinateur.

Les techniques de la réalité virtuelle sont fondées sur l'interaction en temps réel avec un monde artificiel, à l'aide d'interfaces comportementales permettant l'immersion pseudo naturelle de l'utilisateur dans cet environnement. Ce monde artificiel est imaginaire ou une simulation de certains aspects du monde réel [12]

L'interaction est réalisée grâce à des périphériques qui peuvent être classiques (joystick, souris...) ou spécifiques permettant de capturer les mouvements de l'utilisateur et ou de simuler des retours d'effort [6]

L'objectif de la réalité virtuelle est de créer des scènes à l'aspect réaliste (ces scènes n'existent pas, elles sont donc virtuelles). Pour cela, elles doivent être compréhensibles par l'homme à l'aide de sa vision mais aussi de ses cinq autres sens. On parle alors d'immersion totale. Lorsque seuls quelques uns des sens sont "captés" ou stimulés, on parle d'immersion partielle [13]

La réalité virtuelle [14] est l'art qu'exerce certains informaticiens et graphistes, permettant de restituer la notion de réalité à un humain alors qu'elle n'existe pas dans le concret. L'utilisateur d'un système de réalité virtuelle a la sensation d'être en interaction avec un environnement qui pourrait exister dans son quotidien, mais en fait il interagit simplement avec une description de celui-ci, matérialisée par des structures de données résidant dans des systèmes informatiques.

La réalité virtuelle est un domaine scientifique et technique permettant à un individu (ou à plusieurs) d'interagir en temps réel avec des entités 3D au moyen d'interfaces comportementales, dans un monde artificiel dans lequel il est plus ou moins immergé. Ce monde artificiel est soit imaginaire, soit symbolique, soit une simulation de certains aspects du monde réel [15]

La finalité de la réalité virtuelle [16] est de permettre à une ou à plusieurs personnes des activités sensori-motrices et cognitives dans un monde artificiel, créé numériquement (imaginaire, symbolique ou une simulation du monde réel).

Nous détaillons dans le paragraphe suivant la finalité de la réalité virtuelle, ensuite on donnera des exemples de monde artificiel.

### 1.3 La finalité de la réalité virtuelle

La finalité de la réalité virtuelle que partage tous les acteurs [17]; est de permettre à une personne (ou plusieurs) une activité sensori-motrice dans un monde artificiel, qui est soit imaginaire, soit symbolique, soit une simulation de certains aspects du monde réel.

Une activité sensori-motrice signifie qu'au fondement de la réalité virtuelle la personne perçoit et agit physiquement.

On développera dans les paragraphes suivants chacun de ces trois mondes [18]

- Une simulation de certains aspects du monde réel : l'idée est de vouloir, si possible, le comportement virtuel entièrement identique à celui du monde réel, par exemple:

- On souhaite former du personnel dans un environnement virtuel pour leur éviter des risques réels.
- On souhaite étudier un futur produit, qui n'est donc pas encore matérialisé.
- Un monde symbolique : la réalité virtuelle est exploitée soit pour représenter symboliquement un phénomène, (la structure de molécules, l'écoulement de fluide,...), soit pour ajouter au monde réel simulé des concepts ou des entités symboliques. Ceux-ci permettent à l'utilisateur de se faire une meilleure représentation mentale de son environnement. Par exemple:
  - Dans la simulation du monde réel, nous pouvons ajouter des informations schématiques pour l'utilisateur, lui permettant de mieux saisir la structure d'un mécanisme ou la planification d'une tâche à accomplir.
  - Nous pouvons représenter la potentialité d'un danger par le simple changement de couleur d'objets, virant au rouge.
- Un monde imaginaire : la virtualité est employée pour créer un monde irréel, sorti de l'imagination de l'artiste ou de l'auteur de science fiction. Dans ce cas, le monde créé n'a pas l'obligation d'être une simulation du monde réel.

#### 1.4 Bilan pour la définition de la réalité virtuelle [18]

La réalité virtuelle est un domaine scientifique et technique exploitant **l'informatique** et des **interfaces comportementales** en vue de simuler dans un **monde virtuel** le comportement des entités 3D, qui sont en **interaction en temps réel** entre elles et avec un ou des utilisateurs en **immersion pseudo naturelle** par l'intermédiaire de canaux sensori-moteurs.

Cette définition nécessite quelques explications permettant de mieux la comprendre :

- 1- il faut évidemment exploiter les potentialités de l'informatique, matérielles et logicielles, pour réaliser techniquement un environnement virtuel interactif qui puisse être interfacé avec l'utilisateur.



- 2- Nous exploitons des interfaces matérielles de la réalité virtuelle, que nous appelons "interfaces comportementales". Elles sont composées "d'interfaces sensorielles" et "d'interfaces motrices". Les interfaces sensorielles informent l'utilisateur par ses sens de l'évolution du monde virtuel. Les interfaces motrices informent l'ordinateur des actions motrices de l'homme sur le monde virtuel. Le nombre et le choix de ces interfaces dépendent de l'objectif poursuivi de l'application.
- 3- Il faut créer un monde virtuel interactif et en temps réel.
- 4- L'interaction en temps réel est obtenue si l'utilisateur ne perçoit pas de décalage temporel (latence) entre son action sur l'environnement virtuel et la réponse sensorielle de ce dernier.
- 5- L'utilisateur doit être en "immersion pseudo naturelle" la plus efficace possible dans le monde virtuel.

Il résulte de cette analyse globale un principe fondamental de la réalité virtuelle. Ce principe est contenu dans la boucle de la figure 1.1. L'utilisateur agit sur l'environnement virtuel grâce à l'usage d'interfaces motrices qui captent ses actions (geste, déplacements, voix, etc.). Ces activités sont transmises au calculateur qui l'interprète comme une demande de modification de l'environnement. Conformément à cette sollicitation de modification, le calculateur évalue les transformations à apporter à l'environnement virtuel et les restitutions sensorielles (images, son, etc.) à transmettre aux interfaces sensorielles.

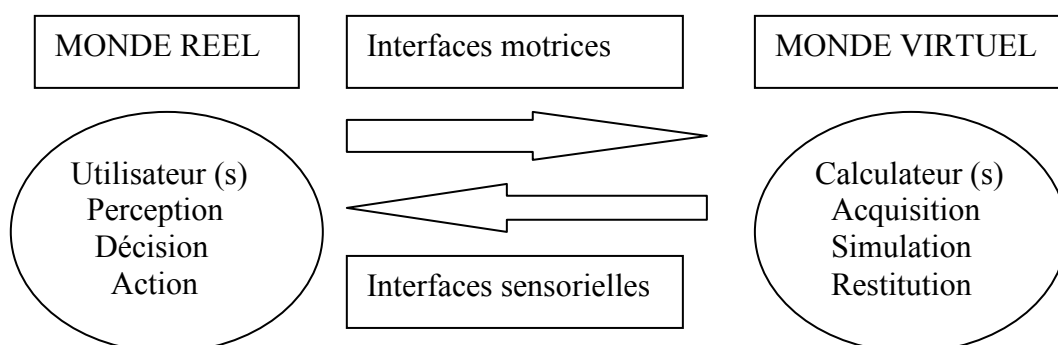


Figure 1.1 : La boucle perception, décision, action passant par le monde virtuel[18]

Les schémas (figure 1.2 et figure 1.3) explicitent la différence essentielle entre l'homme observateur d'un monde virtuel figé (peinture, cinéma, modélisation en CAO, etc.) et l'homme acteur dans un monde virtuel interactif.

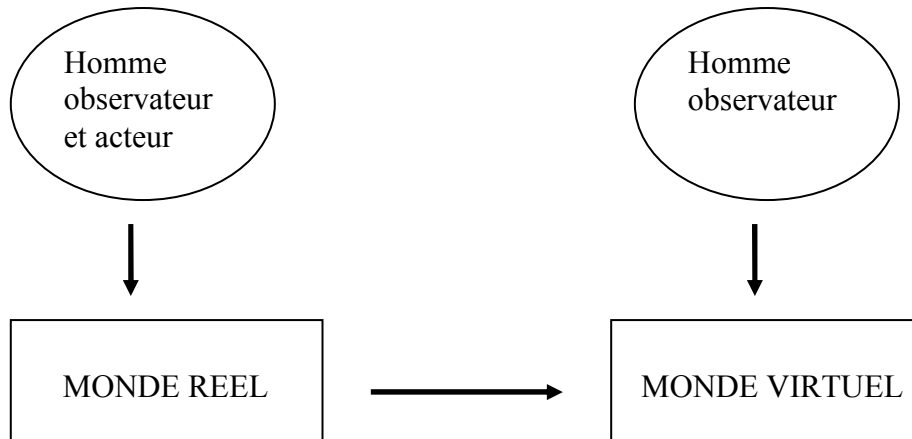


Figure 1.2 : comparaison entre un monde réel et un monde virtuel figé [18]

Les techniques de la réalité virtuelle permettent à toute personne d'agir par l'intermédiaire de ses muscles sur un environnement virtuel, ce dernier réagissant en retour sur les organes sensoriels de l'utilisateur, grâce aux développements récents de dispositifs sensoriels et moteurs. Le monde virtuel étant simulé sur du matériel informatique, la réalité virtuelle implique un changement dans l'interaction entre l'homme et l'ordinateur.

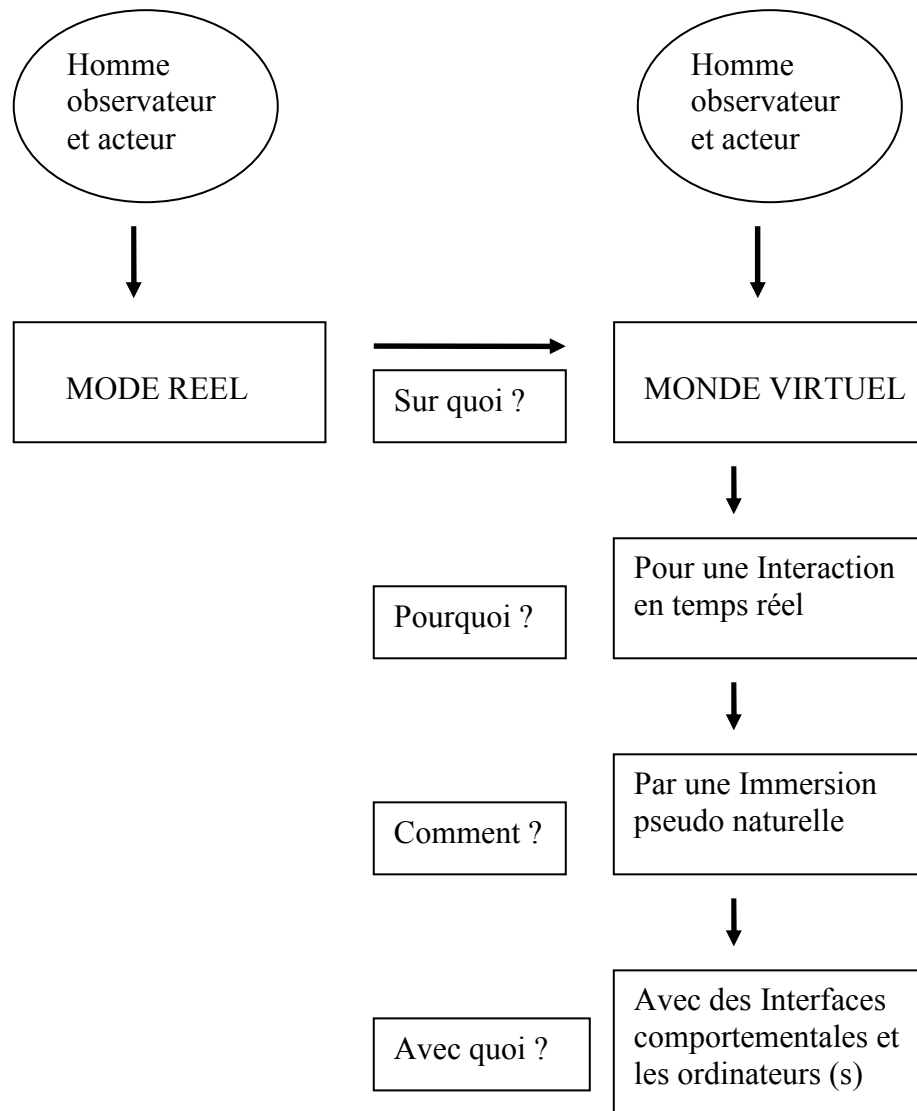


Figure 1.3 : comparaison entre un monde réel et un monde virtuel interactif [18]

On équipe l'utilisateur d'interfaces sensorielles pour lui restituer les sensations nécessaires à son **immersion**. Plus le nombre de sens stimulés est grand, plus le sentiment d'immersion est de qualité. Comme s'il s'agit simplement de convaincre notre cerveau qu'il **interagit** avec un environnement réel, on utilise surtout le canal qui participe le plus à l'illusion, la vue. Nous décrivons dans ce qui suit deux points importants qui sont l'immersion et l'interaction.

## 1.5 Immersion [1]

L'un des grands attraits de la réalité virtuelle réside dans le fait qu'elle puisse procurer à l'utilisateur le sentiment de faire partie du monde virtuel ou des données qui s'y présentent, comme s'il était pour de vrai. Ce sentiment est nommé immersion. On peut en fait distinguer deux types d'immersions: l'immersion cognitive et l'immersion sensorimotrice.

L'immersion cognitive caractérise la conviction que l'utilisateur a d'y être. Cette notion n'est d'ailleurs pas spécifique à la réalité virtuelle. En effet, une excellente immersion cognitive peut être atteinte à l'aide d'un roman, par exemple. Cependant, une bonne immersion cognitive est toujours recherchée, car elle permet à l'utilisateur d'être totalement concentré sur sa tâche.

L'immersion sensorimotrice caractérise la sensation que l'utilisateur a d'y être. Cette notion est plus spécifique à la réalité virtuelle. Cette immersion est atteinte en trompant un ou plusieurs sens de l'utilisateur, par leur stimulation artificielle mais cohérente par rapport à l'environnement virtuel environnant.

Parmi tous les sens de l'utilisateur, la vue tient une place particulière lors d'une simulation de réalité virtuelle: c'est par la vision que tout commence. C'est donc ce sens que l'on cherchera à tromper en premier lieu et le plus efficacement possible. Mais ce n'est pas le seul. L'ouïe, par exemple, peut apporter un complément d'information significatif. Le toucher également, s'avère être dans certains cas une source d'information primordiale. A l'heure actuelle goût et odorat restent un peu à l'écart des environnements virtuels.

Outre l'affichage et le sentiment d'immersion, un aspect important de tout environnement virtuel est la possibilité d'interaction entre l'utilisateur et ledit environnement. On détaillera dans le paragraphe suivant la notion d'interaction.

## 1.6 L'interaction

L'interaction est un ensemble de règles et de techniques permettant à l'utilisateur d'effectuer une tâche au sein d'un système interactif en lui offrant un parallèle entre la réalité et le monde virtuel [1]

La réalité virtuelle intègre la notion d'immersion, mais ne serait sans la notion d'interaction. L'utilisateur a la possibilité d'agir sur son environnement, tout comme nous le faisons tous les jours dans notre vie quotidienne. Dans la réalité virtuelle, nous avons à notre disposition principalement deux types d'interaction (avec l'environnement): [1]

**Se déplacer** : l'évolution nous a donné la possibilité de nous déplacer dans notre environnement; cette tâche occupe une importance capitale dans nos activités quotidiennes, que ce soit pour faire un mouvement de 50cm vers le côté pour avoir une meilleure vue sur un monument, ou pour rejoindre un lieu à l'autre bout du monde. Associée à cette tâche, on peut noter la nécessité de trouver son chemin, au préalable ou durant le déplacement.

**Manipuler des objets** : à peu près toutes les interactions que nous faisons sur notre environnement passent par la manipulation d'un objet; allumer la lumière, se servir un verre d'eau, écrire, etc. c'est elle qui permet de changer réellement son environnement.

Ces deux actions, ont donné lieu à la taxonomie suivante, proposée par Hand [19] et formalisée par Bowman [20]. Toute tâche en réalité virtuelle peut être décomposée en tâches génériques, elles-mêmes réparties en quatre grandes familles : trois proches de la réalité quotidienne, et une dernière plus dépendante du système informatique sous-jacent.

**Navigation** : la navigation regroupe l'ensemble des techniques qui permettent à l'utilisateur de se déplacer dans le monde virtuel, ainsi que de trouver son chemin.

**Désignation** : la désignation regroupe l'ensemble des techniques permettent à l'utilisateur de mettre en évidence un ou plusieurs objets de la scène. Cette tâche est souvent conjointe à la tâche de manipulation.

**Manipulation** : la tâche de manipulation regroupe l'ensemble des techniques permettant à l'utilisateur d'adapter un traitement à des objets, généralement ceux préalablement désignés. Par traitement, on entend aussi bien déplacement ou rotation que traitement plus abstrait comme activer un bouton par exemple.

**Contrôle d'application** : le contrôle d'application regroupe toutes les techniques qui permettent à l'utilisateur de manipuler l'application, l'environnement ou les données par voie indirecte. Cette catégorie tient une place particulière, puisqu'elle peut nécessiter elle-même de désigner et manipuler des objets. Dans une certaine mesure, cette tâche se situe à un niveau conceptuel différent des trois autres

D'une autre par ARNALDI [11] parle de techniques ou paradigmes d'interaction pour désigner une méthode, une stratégie, un scénario d'utilisation, permettant à l'utilisateur d'accomplir une tâche précise dans l'univers virtuel :

**Naviguer** : la première des attentes de l'utilisateur est de visualiser l'environnement virtuel depuis des points d'observation différents.

**Sélection** : ensuite, il souhaite pouvoir désigner les objets de l'environnement virtuel et sélectionner ceux sur lesquels il désire exercer un traitement.

**Manipuler** : ce qu'il fait en manipulant les objets sélectionnés

**Contrôler l'application** : enfin, l'utilisateur a besoin d'émettre des commandes pour contrôler l'application.

Quand le sujet se trouve en environnement virtuel, il a une ou plusieurs activités à accomplir. On décrira ces activités dans le paragraphe suivant.

### 1.7 Les primitives comportementales virtuelles [4,18]

Les activités à accomplir par un sujet dans un monde virtuel peuvent être regroupées en quatre catégories :

- Observer le monde virtuel
- Se déplacer dans le monde virtuel
- Agir sur le monde virtuel
- Communiquer avec autrui ou avec l'application.

Dans le cas de l'observation du monde virtuel, il existe plusieurs sous catégories de primitives comportementales virtuelles : selon que l'observation est visuelle, auditive, tactile ou est réalisée par combinaison de ses sens ; selon qu'il s'agit de comprendre l'environnement ou de s'orienter par rapport à celui-ci.

Dans le cas d'un déplacement, il existe aussi plusieurs sous catégories, selon le type de déplacement : trajectoire 1D (sur une droite ou une courbe), déplacement sur une surface (planes ou non) ou dans l'espace. Le déplacement peut se faire avec ou sans changement d'orientation du sujet.

Dans le cas d'action sur le monde virtuel, il existe plusieurs sous catégories : manipuler un objet en translation, orienter un objet en rotation, les actions associées, déformer un objet ou assembler des objets.

Dans le cas de communication, nous avons plusieurs sous catégories : communiquer avec d'autres utilisateurs, communiquer avec des personnages virtuels (avatars ou clones virtuels) ou communiquer avec l'application.

Donc, dans le monde virtuel, on peut avoir une personne qui communique avec le monde ou plusieurs personnes. On représentera dans le paragraphe suivant la différence entre les deux cas.

### 1.8 Réalité virtuelle mono-utilisateur vs multi-utilisateurs [3]

Une distinction qui nous semble importante à effectuer maintenant, est la différence entre les 'RV mono-utilisateur' et les 'RV multi-utilisateurs'. Les premières sont destinées à être vécues seules et les secondes par plusieurs personnes. Cette distinction crée deux types de réalité virtuelle. Mais une réalité virtuelle n'en est pas plus ou moins une, selon qu'elle est vécue uniquement par un individu, ou au contraire par un groupe. Dans une RV mono-utilisateur, un utilisateur peut 'vivre' et interagir avec elle. Dans une RV multi-utilisateurs,

l'autre (utilisateur) existe (qu'il soit directement visible ou non). Dans une RV multi-utilisateurs une action d'un des utilisateurs peut modifier la réalité virtuelle de manière à ce qu'elle change pour les autres.

On verra dans ce qui suit des applications de la réalité virtuelle à différents niveaux (technologique, santé, etc.) et d'autres selon le type de monde artificiel (simulation, symbolique ou imaginaire).

### 1.9 Les applications de la réalité virtuelle

Les applications de cette nouvelle approche modélisatrice sont innombrables. Citons à titre d'exemples [21]

- Au niveau technologique (aide à la conception, maquette virtuelle, simulation...), l'expérimentation des maquettes virtuelles intervient à chaque étape de la vie d'un nouveau produit : de l'idée d'un produit à son démantèlement éventuel en passant par sa conception, son prototypage, et sa maintenance.
- Au niveau culturel (reconstitution historique, musée virtuel, théâtre virtuel, fiction interactive, arts participatifs...), la réalité virtuelle place le spectateur au cœur de l'œuvre, lui permettant de devenir acteur et créateur.
- Au niveau éducatif (environnements virtuels de formation, préparation de missions en milieux hostiles, évaluation de stratégies et de performances sportives...), la réalité virtuelle permet d'apprendre en redonnant toute leur place aux apprentissages des savoirs faire et des savoirs être.
- Au niveau de la santé (actes chirurgicaux, thérapies, ....) la réalité virtuelle autorise une participation active des patients, en pleine coopération avec les soignants.
- Au niveau politique (aide à la décision pour l'urbanisme, pour la sécurité civile, pour la protection de l'environnement, gestion des risques...), la réalité virtuelle permet aux décideurs de mieux appréhender les différents scénarios envisagés, et



de tester différentes possibilités en agissant dans l'environnement virtuel. La gestion des risques et la prise de décision passe ainsi par la simulation de l'action.

On peut donner d'autres exemples d'applications de la réalité virtuelle selon le type de monde artificiel (monde en simulation, en monde symbolique ou en monde imaginaire) [18]

Dans le cas d'interactions avec un monde simulant la réalité : l'objectif de ces applications est d'offrir la simulation de certains aspects de la réalité pour mieux les appréhender. Par exemple:

**Conception virtuelle** : la réalité virtuelle permet de concevoir et d'expérimenter de futurs produits. Elle ajoute une dimension supplémentaire par rapport à la CAO : tester le comportement de l'homme pour des produits qui ne sont pas encore fabriqués. Comme par exemples: architecture virtuelle, conception de produits industriels, de vêtements.

Part contre dans l'interactions avec un monde imaginaire ou symbolique : l'objectif de ces applications est de proposer à l'utilisateur soit des mondes imaginaires à des fins ludiques ou artistiques, soit des mondes symboliques pour concrétiser des phénomènes, des concepts grâce à des métaphores. Par exemple:

**Navigation symbolique** : l'utilisateur peut se déplacer dans un graphe, un réseau ou un arbre représentant symboliquement des structures réelles. Comme par exemple : navigation dans un réseau de communication.

Comme mentionné précédemment, au niveau technologique, la réalité virtuelle peut être utile pour les applications d'aide à la conception. On exposera dans le paragraphe suivant l'intégration de la réalité virtuelle en conception.

### 1.10 Intégration de la réalité virtuelle en conception

Les technologies de la réalité virtuelle permettent de diminuer les temps de conception pour les équipes de conception [22]

La réalité virtuelle a de multiples applications dans le domaine de la conception. Elle peut être utile simplement pour présenter un projet, mais aussi pour l'aide à la conception et la réalisation d'un projet [23].

Dace CAMPBELL [23] rapporte comment, par le biais d'Internet il communiqua avec un entrepreneur pour la fabrication d'un escalier. Celui-ci, sous la forme d'un modèle VRML (Virtual Reality Modeling Language), fut déposé en 3D sur un site Internet. Chaque coté figurait sur le modèle et chaque objet composant l'escalier comportait un lien le reliant à une page HTML donnant les caractéristiques détaillées de l'objet en question.

En effet, le langage VRML permet la représentation d'un monde virtuel 3D sur l'internet. On détaillera dans ce qui suit pourquoi ce langage à été développé et comment il représente un monde virtuel 3D.

### 1.11 La présentation d'un monde virtuel

La présentation d'un monde virtuelle est en général mise en œuvre par un graphe de scène qui comporte des informations multimédias (formes géométriques, fichiers sonores...). Cette présentation provient souvent d'un simple fichier de description de scène défini dans un format spécifique au système ou dans un format générique comme VRML (Virtual Reality Modeling Language) [24]

VRML [25] (Virtual Reality Modeling Language) est un format de fichier pour la description d'objets et de scènes 3D. Traduit en français par "langage de modélisation de la réalité virtuelle".

Le VRML [26] est un langage de description de page au même titre que le HTML. Il gère les liens hypertextes comme le HTML mais l'interface graphique 2D du HTML est remplacé par un environnement en 3D appelé "Monde virtuel" dans lequel on évolue. Il permet l'exploration en temps réel et en ligne d'environnements réalistes en 3D.

### 1.11.1 Historique du langage VRML [27]

En 1993 Mark PESCE et Tony PARISI développèrent une interface 3D pour le Web, laquelle incorporait une grande partie des recherches sur la réalité virtuelle et sur les réseaux (les liens hypertextes par exemple). Ils communiquèrent ces innovations à TIM BERNERS-LEE, l'inventeur du langage HTML, et PESCE fut invité à présenter une communication à la première conférence internationale sur le World Wide Web à Genève. Lors d'une réunion à propos des interfaces de réalité virtuelle, les participants se mirent d'accord sur la nécessité de définir un langage commun permettant de décrire des scènes 3D et des hyperliens, tout comme le HTML, mais pour des applications de réalité virtuelle. Le terme Virtual Reality Modeling Language (VRML) fut adopté, et le groupe commença à travailler sur la spécification du langage VRML immédiatement à la suite de cette conférence.

VRML est conçu de manière à satisfaire trois critères:

- Indépendance de la plate-forme (Windows, MAC OS, UNIX etc.)
- Extensibilité
- Travailler avec une faible bande passante (modem 14.4 kBps)

### 1.11.2 Base du langage

Les programmes VRML [28] peuvent décrire des formes simples (points, lignes, polygones) ou complexes (sphères, cubes, cônes, cylindres...), du texte, des images, des animations, des éclairages, des sons, des hyperliens, ainsi que leur agencement dans l'espace, leur texture, leur couleur, leur matériau...

Le VRML [26] est un langage Orienté Objet. Les objets utilisés sont appelés **Nodes**. Les Nodes sont arrangés selon une structure hiérarchique ordonnée appelée **Scene Graphs**. Il faut bien noter que l'ordre de création des objets et de leurs propriétés à un effet. Un objet fils peut être affecté par les propriétés de son père si celle-ci sont déclarées avant le fils lui-même.

Un Node a les caractéristiques suivantes :

- un **type** : un node peut être un cube, une sphère, une couleur, une position, etc.
- des **propriétés** qui le différencient d'un autre Node: une taille, couleur, rotation, etc.
- un **nom** qui permet de définir un type d'objet générique.
- des **fils** car un Node peut contenir 0 ou plusieurs autres Nodes qui hériteront de ses propriétés.

L'annexe I contient plus de détaille sur le langage, et on trouve dans l'annexe II un exemple de description de forme en langage VRML.

### 1.11.3 Outils nécessaires pour le VRML

Les fichiers VRML (d'extension wrl) peuvent être réalisés à partir des **éditeurs** du langage VRML, le contenu du fichier est un texte descriptif, il décrit les scènes 3D en langage VRML; pour visualiser ces fichiers on a besoin d'installer un **visualiseur**. Et enfin un **navigateur** pour la consultation et la connexion de site Web (contenant des pages VRML) sur Internet. Exemple:

- **Editeur** [29]: VrmlPad est un éditeur professionnel pour la programmation VRML. Les fonctions clés comprennent de puissantes capacités d'édition ainsi qu'un support visuel pour l'arborescence des scènes et pour les opérations de ressource. VrmlPad permet l'édition des fichiers situés à la fois localement et à distance.
- **Visualiseur** [30] : Démotride est un visualiseur 3D autonome qui permet de visualiser et d'interagir avec des objets et des scènes tridimensionnelles à l'écran de l'ordinateur. Une fois Démotride installé sur le système, il tentera automatiquement d'ouvrir les fichiers .wrl.
- **Navigateur VRML** [26] : Comme le HTML, le VRML a besoin d'un logiciel appelé Navigateur, pour interpréter son contenu et en calculer le résultat graphique. (Exemple Internet Explorer)

### 1.12 Conclusion

Ce chapitre a été consacré à la notion de la réalité virtuelle. Nous avons d'abord donné des définitions de la réalité virtuelle telle mentionnée dans la littérature par plusieurs auteurs. Par la suite on a parlé des applications de ce domaine. Et à la fin de ce chapitre on a présenté la manière de décrire un monde virtuel 3D.

Le chapitre suivant présente un autre axe important de notre étude : le travail collaboratif assisté par ordinateur.

## **CHAPITRE 2**

### **TRAVAIL COLLOBORATIF ASSISTE PAR ORDINATEUR**

#### 2.1 Introduction

Nous aborderons dans ce chapitre la notion du "travail collaboratif", on commence d'abord par donner des définitions à propos des concepts du domaine (Travail Collaboratif Assisté par Ordinateur), ensuite on exposera les divers modes et niveaux de coopération existants dans la littérature, et on termine ce chapitre en parlant d'espace fonctionnel (production, coordination et communication) dans le travail collaboratif assisté par ordinateur.

#### 2.2 Présentation et définition du Travail Collaboratif Assisté par Ordinateur

La notion de "travail collaboratif" est très large. On peut, en effet, regrouper sous ce terme toutes les activités humaines faisant intervenir plus d'une personne simultanément ou non. Si ces activités sont supportées par des outils informatisés alors on parle de Travail Collaboratif Assisté par ordinateur (TCAO) ou Computer Supported Cooperation Work (CSCW) comme définit par Ellis en 1991, les outils de TCAO sont appelés collecticiels ou synergiciels (groupware en anglais) [8]

Les domaines d'applications de Travail Collaboratif Assisté par Ordinateur sont notamment large et couvrent des activités divers comme la conception de produits, la maintenance, l'enseignement, la médecine, les jeux, etc. Bien que ces activités ne poursuivent pas les mêmes objectifs, elles possèdent des caractéristiques communes qui doivent être prises en compte par les systèmes informatiques destinés au support du TCAO. Donc, ils doivent permettre aux utilisateurs d'effectuer une tâche collaborative à partir de leur poste de travail que ce soit un ordinateur fixe, un portable un ordinateur de poche, ou autres [31, 32]

## 2.3 Le travail coopératif

### 2.3.1 Définition de la coopération, travail coopératif et tâches communes

La définition littéraire du terme coopérer est : "Agir conjointement avec quelqu'un". La coopération en informatique est une instanciation de cette définition en utilisant des moyens logiciels et matériels. Elle désigne une activité informatique menée par un groupe d'utilisateurs dans un espace informatique commun [33]

Une définition plus générale de la coopération peut être la suivante : "un ensemble d'interactions médiatisées entre des individus qui partagent un ensemble de ressources communes". Les interactions peuvent être répertoriées en deux classes : des interactions implicites causées par le partage de ressources informatiques communes (données communes), des interactions explicites réalisées par des échanges de messages (messages textuels, données audio ou vidéo) entre les individus [33]

Dans ce contexte, le travail coopératif désigne un travail faisant intervenir plusieurs utilisateurs sur des ressources informatiques communes [33]

Le terme tâche peut être employé pour définir une partie d'un travail coopératif. Elle peut résulter d'un découpage du travail en plusieurs parties, en fonction de l'un des critères suivants : la spécificité (e.g. édition, dessin ...), les attributions des participants, le partage d'un même sous ensemble de ressource, etc. Souvent, le terme tâche et travail sont employés pour désigner la même chose [33]

SCHMIDT [34] considère que le travail coopératif apparaît lorsque plusieurs acteurs sont concernés par la réalisation d'un travail et sont mutuellement dépendants dans leur travail et doivent coordonner et assembler leurs activités individuelles pour effectivement réaliser ce travail. SMITH et DAVID [35] définissent la coopération en termes de partage de tâches et de résultats.

Selon certains auteurs [36, 37, 38], il y'a une distinction entre coopération et collaboration. La distinction la plus souvent utilisée entre coopération et collaboration

concerne la division du travail : en collaboration, tous les acteurs effectuent toutes les tâches, alors qu'en coopération, il y a un partage entre les acteurs des différentes tâches.

### 2.3.2 Objectifs de la coopération

- La coopération favorise le développement d'une plus grande variété de solutions. Chaque acteur peut avoir un point de vue, des méthodes de réalisation et une perception de la situation différente [39, 40]
- La coopération permet de diminuer le temps de réalisation des tâches. Les entités peuvent, dans certaines mesures, travailler tout en cherchant éventuellement à minimiser leur temps d'attente vis-à-vis des résultats partiels en provenance des uns et des autres [41]
- La coopération permet de maîtriser la complexité. Les problèmes posés à l'organisation sont souvent complexes: quantité très importante d'informations à manipuler et des tâches à réaliser, multidisciplinarité de ces tâches, etc. Leur résolution dépasse la capacité d'un seul individu. Le travail en groupe permet de maîtriser cette complexité en la décomposant.

### 2.3.3 Degré de coopération

ZEPHIR [42] distingue quatre degrés de la coopération :

- Niveau 1 : pas d'interactions conscientes entre les agents. C'est l'exemple du travail à la chaîne. Des agents effectuent différents travaux, mais sans avoir conscience que leurs travaux ont pour objectif la réalisation d'un but commun.
- Niveau 2 : existence d'interactions minimales entre les agents. Deux secrétaires disposant chacune d'une partie d'informations pour établir le planning de leur patron.



- Niveau 3 : existence d'un minimum de planification. C'est l'exemple d'un diagnostic médical coopératif. Un minimum de coordination est nécessaire entre l'interniste, le cardiologue, le neurologue, etc. pour établir ce diagnostic.
- Niveau 4 : l'interaction des agents est maximale. La coopération nécessite la mise en place de certains mécanismes pour coordonner le comportement des différents agents. C'est l'exemple du développement d'un logiciel par plusieurs informaticiens.

D'une manière générale, le degré de la coopération des agents dépend de leur degré d'autonomie, c'est-à-dire du degré d'indépendance de leurs tâches respectives. Cela est déterminé par la décomposition du problème global à résoudre. Plus la décomposition est fine, plus les tâches sont indépendantes et plus les interactions entre les agents sont faibles.

On a parlé dans ce qui précède du travail coopératif de manière générale, dans ce qui suit en parlera du travail coopératif assisté par ordinateur (collecticiel).

## 2.4 Collecticiel

### 2.4.1 Définition de collecticiel

ELLIS [43] définit un collecticiel comme : "un système informatique qui assiste un groupe de personnes engagés dans une tâche commune (ou but commun) et qui fournit une interface à un environnement partagé". Il est important de noter dans cette définition que le partage des données est explicite ce qui exclut les systèmes multi utilisateurs dans lequel le partage de données est implicite et transparent [44].

Dans un collecticiel on cherche à pouvoir réunir différentes personnes éventuellement distantes géographiquement (bureaux voisins, dans une autre ville ou pays) et ne travaillant pas nécessairement en même temps (rythmes différents, décalages d'horaires, etc.). Il s'agit donc de gérer, via le système informatique, la participation de plusieurs personnes qui ne sont présentes que virtuellement (dans l'espace et/ou le temps). Le premier objectif des collecticiels est donc l'abolition des dimensions espace et temps [45].

### 2.4.2 Les principaux objectifs des collecticiels

Les principaux objectifs des collecticiels identifiés par DAVID en 2001 [45] sont :

- Obtenir des gains de performance,
- Capitaliser des connaissances,
- Améliorer des temps de réponse,
- Partager des compétences,
- Faciliter le travail à distance.

Les collecticiels permettent donc d'organiser ces opérations en mettant à la disposition des utilisateurs des outils coopératifs (applications partagées) et des services de coordination (politiques de contrôle pour utiliser convenablement les applications partagées) afin d'atteindre les objectifs fixés au départ d'une manière plus facile et le plus vite possible.

### 2.4.3 Besoins des collecticiels (Partage, communication, coordination et interaction)

Une activité coopérative fait intervenir un ensemble d'individus qui se sont fixés comme objectif la réalisation d'une tâche commune. Les résultats de cette tâche peuvent être persistants (e.g. édition d'un document) ou non (e.g. conversation). Dans le cas général, la réalisation d'une œuvre commune doit donner aux intervenants la possibilité [33]:

- D'agir ensemble sur l'œuvre en question (e.g. éditer un document),
- De communiquer entre eux afin de commenter les actions faites sur l'œuvre,
- Et finalement, de coordonner leurs actions.

A la différence des applications multi utilisateurs classiques (e.g. base de données) qui donnent à chaque utilisateur l'illusion qu'il est le seul à utiliser le système, les collecticiels doivent montrer pour chaque utilisateur l'existence des autres utilisateurs dans l'espace partagé. Ainsi, l'interface utilisateur d'un collecticiel doit visualiser des

informations qui décrivent, par exemple, la liste des participants et leurs rôles effectifs et potentiels, leur place dans l'espace partagé et leurs actions en cours dans cet espace.

Dans un collecticiel, la relation entre les différents participants peut être envisagée sous différents angles. On peut ainsi vouloir réunir des personnes distantes géographiquement (bureau à côté, dans une autre ville, pays ou continent) ou ne travaillant pas en même temps (rythmes différents, emplois du temps incompatibles, décalages horaires, etc.). Dans tous les cas, on constate qu'il s'agit de gérer, via le système informatique, la participation de plusieurs personnes qui peuvent n'être présentes que virtuellement (dans l'espace et/ ou dans le temps). Le premier objectif des collecticiels est donc de proposer un support d'abolition des dimensions espace et temps [44]

Les collecticiels doivent aussi prendre en compte les aspects organisationnels du travail. Ainsi, les intervenants constituent des groupes de travail qui doivent s'organiser et se situer dans le temps et dans l'espace. Ils sont amenés à définir des rôles, des sous groupes et des phases de travail [44]. (Production, conversation, communication et coordination entre les hommes)

#### 2.4.4 Les concepts des collecticiels

Dans les collecticiels, on considère généralement les concepts suivants:

- Groupe et individu (participant ou acteur) : chaque individu qui participe à l'activité est appelé acteur. Un groupe est un ensemble d'acteurs travaillant sur un même domaine. Un acteur peut appartenir à un ou plusieurs groupes.
- Rôle : dans chaque groupe et à un instant donné, chaque acteur joue un rôle. Ce rôle est caractérisé par un nombre de droits et un nombre de devoirs vis-à-vis des autres acteurs et des données partagées. Ce rôle peut évoluer au cours du temps et un acteur peut aussi avoir plusieurs rôles.
- Vues: chaque participant peut avoir sa propre perception (vue) des entités manipulées collectivement. La notion de vue inclut à la fois des choix de représentation, et des choix d'interaction. En fait, une vue définit la

représentation des entités vers l'utilisateur et autorise ou interdit les accès à ces entités. Une vue peut être accessible par d'autres utilisateurs (publique), accessible seulement par le propriétaire (privée) ou publique pour un sous groupe ou intégrant quelques éléments publics et d'autres privés (semi privée) etc.

- Informations partagées : ce sont les données partagées à travers le système, elles peuvent être grossières (un document entier) ou très fines (un mot).
- Le WYSIWIS (What You See Is What I See): il a pour but d'assurer la rétroaction du groupe, c'est à dire de permettre à chaque participant de voir ce qu'un autre participant voit ou fait. Cette notion est en fait modulable. Lorsque la vision est vraiment identique chez plusieurs participants. On parle de WYSIWIS strict, tandis que lorsque la vision d'une même situation est différente, on parle de WYSIWIS relâche

#### 2.4.5 Taxonomies

La première taxonomie, désormais classique, est proposée par JOHANSEN [43] qui classe les collecticiels selon une matrice à 2 dimensions (Figure 2.1)

- L'axe spatial : le travail collaboratif a-t-il lieu sur le même lieu physique ou à distance sur des lieux différents,
- L'axe temporel : le travail est il synchrone ou asynchrone.

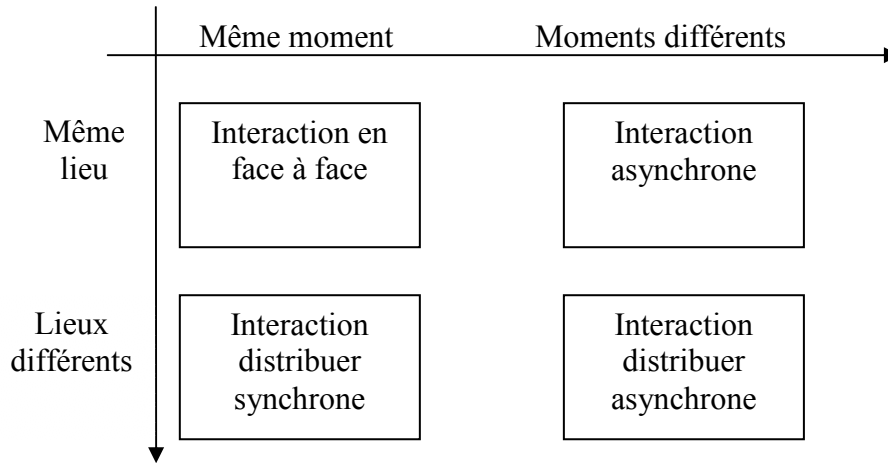


Figure 2.1 : Taxonomie espace temps des collecticiels [43]

Selon les deux axes principaux : locale ou distante; synchrone ou asynchrone présentés dans la matrice de JOHANSEN [46], on peut parler de quatre modalités de coopération à savoir :

#### 2.4.5.1 Coopération locale ou à distance [46]

Une coopération est dite locale lorsque les personnes qui collaborent sont dans le même endroit (même salle, même bureau, etc.). Ils peuvent donc interagir fréquemment et librement, par contre une coopération à distance concerne ceux qui sont dispersés géographiquement. Dans ce mode de coopération, les personnes sont limitées par plusieurs contraintes telles que la disponibilité de chacun, les moyens de communication qui déterminent le temps de réponse.

#### 2.4.5.2 Coopération synchrone ou asynchrone [46]

Les personnes du groupe peuvent travailler dans leur projet commun simultanément ou dans des moments différents. L'intervalle de temps n'est pas déterminé. Il peut durer des années (le cas du travail scientifique).

#### 2.4.5.3 Coopération collective ou distribuée [46]

Les individus qui travaillent en coopération peuvent avoir une responsabilité commune, c'est-à-dire tous les individus sont conscients des autres activités, mais ils

peuvent être aussi semi autonomes et coopèrent seulement au travers de leur espace de travail. Ils peuvent donc modifier leurs comportements suivant les circonstances.

#### 2.4.5.4 Coopération directe ou indirecte [46]

Les individus en coopération peuvent soit communiquer directement et sans aucun intermédiaire en échangeant des informations, soit via un moyen technique telle qu'une machine par exemple : " un travailleur A va prendre une décision qui va modifier l'état de cette machine. En fonction de ce nouvel état, le travailleur B peut prendre une décision qui va entraîner une nouvelle modification. Dans ce cas, les travailleurs ne communiquent pas, néanmoins, ils coopèrent".

### 2.5 Les modes de coopération

On peut ainsi distinguer plusieurs modes de coopération [44] :

#### 2.5.1 La coopération asynchrone

Les différents participants coopèrent et interagissent dans le projet en travaillant et en échangeant des données à des instants différents.

Dans le contexte de l'entreprise, la coopération asynchrone correspond au mode de travail autonome. Chaque participant travaille de son côté puis soumet des rapports, présentation, etc. aux participants adéquats qui, ensuite, feront part de leurs analyses. Pour ce faire, chacun possède des outils de communication plus ou moins informatisés tels que la messagerie ou l'agenda pour la prise de rendez-vous. L'objectif principal de la coopération asynchrone est de proposer aux membres du projet des outils supportant les éléments de base d'un projet multi participant classique.

#### 2.5.2 La coopération en session

Les différents participants travaillent en même temps, mais de façon autonome. Ils sont accessibles pour communiquer, mais ne peuvent pas partager de façon visuelle les objets de leurs discussions.

La notion de session introduite dans la coopération en session correspond à l'acte de présence au sein de l'entreprise et peut être rapprochée de la notion d'astreinte. En effet, dans un tel mode, les participants connaissent la liste de leurs interlocuteurs potentiels à un instant donné. Dans le cas de l'astreinte, cette liste est prédéfinie par le chef de projet. Elle se met à jour à partir des agendas individuels. Par exemple, la communication téléphonique peut représenter un outil type de la coopération en session. En effet, la communication téléphonique ne peut s'établir si les interlocuteurs ne sont pas présents simultanément. Cependant, l'informatique permet d'envisager des outils beaucoup plus puissants que le téléphone et qui permettent d'abolir d'une façon plus nette les barrières spatiales séparant les différents participants d'un projet. L'objectif principal de la coopération en session est de faire diminuer les délais d'interaction entre les membres du projet.

### 2.5.3 La coopération en réunion

Les participants travaillent et communiquent simultanément tout en partageant les objets de leurs travaux et de leurs discussions. Ils ont des rôles attribués en fonction du but de la réunion. L'organisation de leurs interventions est régie par un mécanisme de type "tour de parole".

La notion de réunion introduite dans la coopération en réunion correspond à celle qui existe dans le cadre d'un projet. De fait, elle est planifiée et elle définit des rôles spécifiques à chaque participant. De plus, elle porte sur un ensemble d'objets clairement identifié (document, plan, maquette, etc.) qui doivent être partagés par l'ensemble des membres de la réunion. Contrairement à la coopération asynchrone, la coopération en réunion exige la participation active des participants (ex: réponse immédiate aux questions). L'objectif principal de la coopération en réunion est d'accroître la coordination entre les membres du projet.

### 2.5.4 La coopération étroite

Les participants travaillent, communiquent et interagissent en temps réel sur tous les objets partagés du projet. Les conséquences de leurs interventions sont directement gérées au niveau des objets manipulés.

La coopération étroite correspond à une vision plus précise de la coopération. Elle doit permettre une interaction maximale entre les participants dans un monde simulant la réalité. La puissance de cette coopération réside dans la liberté d'action qu'engendre la possibilité d'agir finement et simultanément sur des objets d'un monde virtuel global. L'objectif principal de la coopération étroite est d'accroître la co production des différents membres du projet.

Sur la Figure 2.2 suivante, nous récapitulons les types de communication qui existent entre les participants et les objets partagés dans chacun des quatre modes de coopération. Ainsi, en coopération asynchrone, toutes les communications entre participants et tous les accès aux données s'effectuent de façon asynchrone. Dans les trois autres modes, les communications entre participants sont réalisées en temps réel. Dans le mode de coopération en réunion ou mode de coopération étroite, les accès aux données sont menés de façon synchrone. On peut noter que dans le cas de la coopération en réunion, l'accès en écriture aux données partagées est généralement soumis à une régulation de type tour de parole. Seul l'accès en lecture est libre. Dans le mode coopération étroite, les accès synchrones aux données peuvent être réalisés selon des techniques plus implicites, et la granularité des objets partagés peut être très fine.



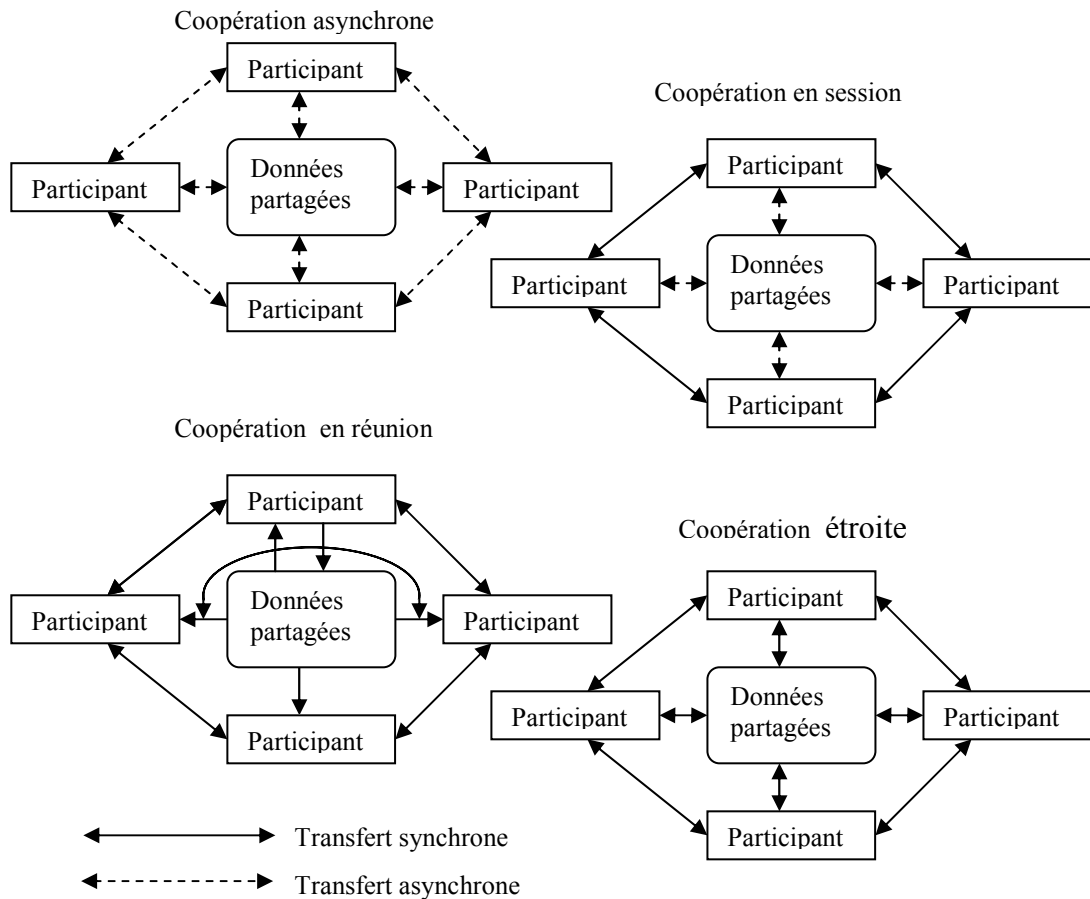


Figure 2.2 : Illustration des communications dans chaque mode de coopération [44]

## 2.6 Autre classifications

Classification basée sur les types d'applications classées par catégories fonctionnelles [47] :

- La messagerie électronique
- Les éditeurs partagés
- Les conférences et réunions assistées par ordinateur
- Les systèmes d'aide à la décision
- Les systèmes de coordination.

Classification basée sur les caractéristiques géographiques et temporelles des interactions.

- Du point de vue géographique :
  - ❖ Co-situé (salle de conférence)
  - ❖ Virtuellement co-situé (vidéoconférence)
  - ❖ A distance (message, éditeur partagé)
  
- Du point de vue temporel :
  - ❖ Travail asynchrone (accès non concurrents à des données partagés)
  - ❖ Travail synchrone ou temps réel (partage dynamique des données et du contrôle).

## 2.7 Formes de coopération

On peut citer, selon la littérature, trois types de coopération [46]:

### 2.7.1 La coopération additive

Les capacités individuelles de l'homme sont limitées sur tous les plans que se soit physique, physiologique, cognitives (limitations de la capacité de mémoire) ou même psychologique. Pour effectuer un travail ou une tâche qui dépasse les capacités d'un individu, il faut assembler les efforts de plusieurs individus. On parle ainsi d'une "coopération additive" ou d'une "Coopération augmentative".

### 2.7.2 La coopération de débat

La validité d'une certaine décision obtenue par un processus de travail basé sur la connaissance est fragile et contestable. Ce qui demande une certaine coopération pour répondre à ce problème. Cette coopération doit se baser sur le débat pour sélectionner la bonne solution et prendre éventuellement la bonne décision ou au moins la décision la plus objective, et d'éviter les solutions incontrôlées.

### 2.7.3 La coopération intégrante

Avec la spécialisation croissante de chaque individu, il apparaît que chacun se limite à un seul domaine d'activité et ne peut pas en plus maîtriser tous les types d'outils qui sont nombreux, ce que nécessite une activité coopérative d'intégration.

### 2.8 Les espaces fonctionnels

En s'appuyant sur ces notions fondamentales, les collecticiels proposent de compléter les fonctionnalités habituelles des logiciels par des fonctions qui permettent à un collectif de participants de communiquer, de co produire (c'est-à-dire d'agir ensemble sur des données partagées), et de se coordonner [48, 49]

Pour structurer l'analyse des collecticiels, et proposer un moyen de classification des nombreux outils permettant d'atteindre les objectifs du TCAO, certains auteurs répartissent les fonctionnalités des outils coopératifs dans le trèfle fonctionnel présenté sur la figure 2.3 suivante.

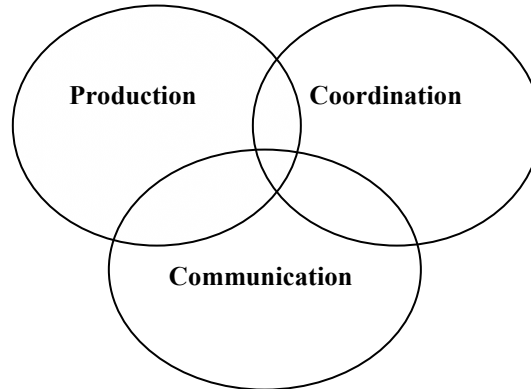


Figure 2.3 : le trèfle fonctionnel des collecticiels

#### 2.8.1 L'espace de production [44]

Dans certaines situations, il est impossible de coopérer grâce à la seule présence en face à face (éventuellement virtuel), comme dans le cas des téléconférences. Cependant, une coopération plus fructueuse nécessite le partage d'information au sein d'un espace de production comme dans le cas d'édition partagée ou de conception coopérante. L'espace de production contient donc toutes les fonctionnalités de construction et d'accès aux données partagées.

## 2.8.2 L'espace de communication et de conversation

L'échange d'information est prépondérant dans le travail coopératif. Souvent, le mot communication est utilisé pour désigner l'échange de données informatique, et le mot conversation lorsqu'il s'agit d'un échange de signaux, numériques ou analogiques. Les développements des technologies réseaux et multimédia ont permis de voir apparaître une multitude de modes de conversation [44]:

- Messagerie (mail)
- Chat
- Téléphonie
- Vidéoconférence
- Vidéophone
- Witebord
- ...

Le travail virtuel nécessite la mise en place d'échanges d'informations adapté, susceptible de supporter les interactions entre les différents acteurs. Le système de communication doit être très fiable afin de répondre aux "disparités" temporelles et locales.

### 2.8.2.1 Définition et objet de la communication

FERBER [50] considère le système de communication comme étant le système nerveux qui met en contact des individus parfois séparés. La communication agrandit les capacités perceptives des agents en leur permettant de bénéficier des informations et du savoir des autres.

ANZIEU et MARTIN [51] définissent la communication en la situant dans trois dimensions: la dimension physique, la dimension psychologique, et la dimension relationnelle (ou sociale): "La communication est l'ensemble des processus physiques et psychologiques par lesquels s'effectue l'opération de mise en relation de une ou plusieurs personnes (l'émetteur) avec une ou plusieurs personnes (le récepteur), en vue d'atteindre

certaines objectifs". Les processus physiques désignent les mécanismes d'exécution (aspect fonctionnel) des actions. Par exemple envoi et réception de messages. Ils comprennent également l'ensemble des moyens physiques qui supporte les connections physiques entre les agents. Les processus psychologiques désignent les modifications que la communication effectue sur les intentions et les croyances des agents.

De façon générale, tous les acteurs sont d'accord sur le fait qu'un modèle de communication doit répondre aux questions suivantes.

- Quels sont les agents concernés par la communication (diffusion totale ou diffusion restrictive)
- Que communique un agent ? (Contenu du message)
- Pourquoi un agent communique t-il ? Est-ce que pour échanger des informations, pour signifier ses intentions, pour connaître les intentions des autres agents, pour synchroniser et coordonner ses actions avec les autres, etc.
- Quand un agent peut-il communiquer? Il s'agit de connaître les moyens supportant la communication.

### 2.8.3 L'espace de coordination

Pour se coordonner, les participants ont tout d'abord besoin de suivre l'activité des autres participants ainsi que l'utilisation et l'évolution des ressources partagées. La coordination peut aussi être mise en œuvre à travers la conversation entre participants [44].

La coordination prend en compte l'organisation des différentes tâches du travail coopératif. Elle constitue un des aspects du Work Flow Management (gestion des flux de travaux) [44].

#### 2.8.3.1 Définition et objet de la coordination

MALONE et CROWSTON [52] définissent la coordination comme l'acte de gérer les interdépendances entre les tâches exécutées au cours de la réalisation d'un but commun.

Les interdépendances peuvent être des relations de précédence entre les tâches, de partage de ressources ou de synchronisation.

DETERSSAC et al [53] définissent la coopération comme l'ensemble de dispositifs formalisés pour permettre d'une part, la mise en cohérence des actions développées pour réaliser des tâches réparties et d'autre part, pour favoriser la mise en ordre temporel des tâches, les ordonner du point de vue chronologique et de les synchroniser.

D'après MALONE [54], il y a quatre types de dépendances entre tâches qui déterminent la coordination

- Lorsque plusieurs tâches partagent la même ressource, on définit des règles d'accès comme les budgets, les priorités, etc.
- Lorsqu'il y a une relation de producteur à consommateur, il faut distinguer plusieurs cas. S'il s'agit de contraintes de dépendances entre activités, il faut prévoir la notification de l'accomplissement de l'activité qui conditionne l'autre, le séquençement préalable des activités ou au moyen de déterminer la fin d'une activité pour commencer la suivante.
- Lorsqu'il y a des contraintes simultanées, avec des activités qui doivent intervenir en même temps ou qui ne doivent pas intervenir en même temps (comme lors du choix d'une date de réunion), on utilise la synchronisation ou la planification.
- Enfin lorsqu'il y a une relation de décomposition entre les tâches, il faut des règles de décomposition et de sélection des activités.

Ce que nous pouvons retenir de ces différents travaux, est que la coordination est un ensemble de tâches auxiliaires ayant pour objet de gérer les interdépendances entre les tâches afin d'assurer le bon fonctionnement du système, en cherchant à éviter les situations de conflits (blocage) et à profiter des synergies possibles.

## 2.9 Conclusion

Dans ce chapitre nous nous sommes intéressés au travail coopératif dans le domaine du Travail Collaboratif Assisté par Ordinateur. On a commencé par donner des définitions de divers concepts du domaine, par la suite on a parlé du mode de coopération et les niveaux de coopération possible entre plusieurs participants et en fin on a terminé le chapitre on parlons d'espace fonctionnel (production, coordination et communication) dans le travail collaboratif assisté par ordinateur. Le chapitre suivant nous emmène dans le cœur de notre sujet : les studios virtuels de conception.

## **CHAPITRE 3 LE STUDIO VIRTUEL DE CONCEPTION**

### 3.1 Introduction

Le studio virtuel de conception est un nouveau paradigme pour une profession spécifique, à savoir la conception. Le studio virtuel de conception rassemble les concepteurs à travers l'espace (divers endroits) et le temps (à différent moment) pour travailler dans un atelier virtuel. Les concepteurs coopèrent et communiquent à travers le Web en partageant les informations électroniquement.

Nous aborderons dans ce chapitre la notion du "studio virtuel de conception", on commence d'abord par donner une définition d'un studio virtuel de conception, ensuite on parlera de ses divers concepts; et on termine ce chapitre en exposant quelques expériences du studio virtuel de conception existant dans la littérature.

### 3.2 Définition et concept de Studio Virtuel de Conception

D'après [55, 56], le terme Studio Virtuel de Conception (Virtual Design Studio) a été utilisé la première fois et définie par William Mitchell en 1993, ensuite annoncé par Wojtowicz en 1994. Cependant, l'expérience de Studio virtuel de Conception date de 1990.

Le concept d'un studio virtuel de conception (VDS) se rapporte à un studio géré en réseau. Un studio conventionnel de conception est un endroit dans lequel les concepteurs travaillent en utilisant les outils de conception. Le VDS prend cette notion et la distribue à travers l'espace et le temps.



Dans un Studio Virtuel de Conception [57]:

- le groupe de conception se compose de personnes qui peuvent se situer dans divers endroits
- le processus de conception et les communications des concepteurs sont assistés par ordinateur et informatisés
- l'information est manipulée sous forme électronique
- la documentation finale de conception est également sous forme électronique

De ce fait, le studio virtuel de conception géré en réseau permet aux concepteurs qui sont géographiquement dispersés de collaborer, partager, communiquer et met en application des idées de conception par leur ordinateur de bureau. L'endroit physique des concepteurs devient non pertinent au processus de conception parce que la zone de travail du studio est distribuée à travers le réseau. Les concepteurs peuvent entrer dans le studio en se reliant au World Wide Web, annonces de multimédia et/ou en se reliant à une session visuelle de communication (vidéo conférence). L'information dans le studio virtuel de conception est enregistrée ou stockée dans une variété de dossiers et de formats de présentation, principalement disponible par l'utilisation des outils d'accès d'Internet. L'utilisation de l'Intranet ou des protocoles de réseau de propriété industrielle changerait les outils spécifiques utilisés, mais la nature du studio virtuel de conception est identique indépendamment de la technologie utilisée.

Les projets de conception dans le studio virtuel de conception exigent la réunion des efforts des individus et la synchronisation des flux de l'information entre eux. Les studios virtuels de conception fournissent des données et mettent en application les résultats de la recherche dans le domaine de la conception en collaboration assisté par ordinateur. Le terme «collaboration en conception » est employé dans le sens le plus général pour dénoter l'activité de conception quand plus d'une personne travaille sur un problème de conception. Ceci peut être redit comme collaboration qui se produit quand plusieurs personnes ont un objectif commun. La collaboration est possible quand les collaborateurs partagent des activités et l'information pour réaliser leur but.

La collaboration efficace se produit quand les collaborateurs partagent [57] :

- La conception
- La communication
- La représentation
- et la documentation

Ces quatre points sont les éléments nécessaires pour une collaboration efficace dans un studio virtuel de conception où le partage est possible à travers la distance et le temps par des ordinateurs connectés ou gérés en réseau; ces quatre éléments seront détaillés dans ce qui suit.

### 3.3 La conception

La conception collaborative représente une nouvelle opportunité; concevoir un produit depuis des sites distants de façon collaborative, en évitant le déplacement des personnes, réduit les coûts. Les processus de développement sont accélérés; les produits sont prêts à être mis sur le marché plus rapidement.

La collaboration sur une conception partagée peut être considérée à différents « degrés » de partage des tâches. Deux approches extrêmes de partage de tâches de conception pendant la collaboration peuvent être distinguées : la collaboration de tâche simple et la collaboration multi-tâches.

#### 3.3.1 La collaboration de tâche simple [57]

Le résultat de la conception est un produit d'une tentative continue de construire et maintenir une conception partagée de la tâche de conception. En d'autres termes chacun des participants a sa propre vue du problème de conception et la conception partagée est développée par la « superposition » des vues de tous les participants.

### 3.3.2 La collaboration multi-tâches [57]

Le problème de conception est divisé entre les participants d'une manière où chaque personne est responsable d'une partie particulière de la conception. Ainsi, les concepteurs travaillent coopérativement dans une zone de travail électronique commune.

La collaboration de conception simple et multi-tâches sont deux cas extrêmes. Généralement le cas dépend de la complexité du problème de conception. Dans un projet de conception simple il est le plus préférable de faire une collaboration de tâche simple. Dans des projets complexes de conception, il y a des périodes où la collaboration multi-tâches est appliquée et des périodes où il y a une combinaison des deux types. Le dernier cas est le plus susceptible de se produire dans une conception à grande échelle.

### 3.3.3 La place de l'outil informatique dans la conception

L'outil informatique occupe une place de plus en plus importante dans la conception. Ces outils souvent appelés "outil de CAO" (Conception Assisté par Ordinateur) couvrent de nombreux domaines comme l'architecture, l'électronique, la mécanique.

Outils la conception, c'est alors proposer des systèmes qui aident les concepteurs à construire des représentations de l'objet à concevoir. Ces outils, que nous appellerons outils d'aide à la conception, offrent un ensemble de fonctions de construction de l'objet à concevoir, qui après un apprentissage plus ou moins long, ont pour objectif de faciliter le travail de conception voire de l'améliorer. [58]

Le deuxième élément important dans les studios virtuel de conception est la communication entre les participants.

## 3.4 La communication

En considérant comment les ordinateurs peuvent soutenir la communication des idées et de l'information de conception dans le travail de collaboration, deux modes peuvent être identifiés : asynchrone et synchrone [57]

### 3.4.1 Mode asynchrone [57]

En mode asynchrone les concepteurs peuvent travailler à différentes heures, souvent sur différentes parties de la conception et n'ont pas besoin de la présence simultanée de tous les membres d'équipe. En conséquence, ils n'ont pas besoin d'être reliés au réseau simultanément. Les postes de travail et les PC gérés en réseau ont une grande variété de fonctions et d'outils qui soutiennent le travail dans une zone de travail électronique commune, permettant à des concepteurs de partager et échanger l'information d'une manière asynchrone, par exemple, l'E-mail, le ftp (transfert de fichier), le système de gestion de bases de données, etc.

### 3.4.2 Mode synchrone [57]

Le mode synchrone implique la présence et la participation simultanées de tous les concepteurs impliqués dans la collaboration. Dans ce cas-ci, l'activité de conception interactive se produit par rapport à une représentation partagée de la conception. Cette représentation incorpore idéalement les buts des concepteurs, les descriptions, les solutions partielles de la conception, des communications de conception et échange de l'information. Ce mode est actuellement soutenu dans les studios virtuel de conception par une variété d'outils tel que des logiciels de vidéoconférence, les whiteboards partagés (un whiteboard est un espace d'affichage dans lequel un ou plusieurs participants écrivent ou dessinent, à l'aide d'une souris, du clavier), et les collecticiels spécialisé. Actuellement, ce mode de communication est limité par le besoin des réseaux de disposer de larges bandes et une plate forme commune pour tous les noeuds du studio.

Le troisième élément important dans un studio virtuel de conception est la représentation de projet par les participants, ou même une partie de projet.

## 3.5 La représentation

La représentation est la manière avec laquelle l'information est codé sur ordinateur sous forme de texte, dessin, son, etc.

L'hypermédia est une approche récente qui permet de partager une représentation d'une conception [57]. L'information est représentée comme texte, tables, images, modèles 3D, images animées, et liens à d'autres informations. L'Internet permet le partage hypermédia à travers le monde.

Pour les modèles 3D, les studios virtuels de conception utilisent le langage VRML (Virtual Reality Modeling Language).

Comme décrit dans le premier chapitre; les modèles VRML peuvent décrire des formes simples (points, lignes, polygones) ou complexes (sphères, cubes, cônes, cylindres...), du texte, des images, des animations, des sons, des hyperliens, etc.

La représentation est en général mise en œuvre par un graphe de scène qui comporte des informations multimédias (formes géométriques, fichiers sonores...).

L'annexe I contient plus de détaille sur ce langage; et on trouve dans l'annexe II un exemple de description de forme en langage VRML.

Le quatrième élément dans le studio virtuel de conception est la documentation. On détaillera dans le paragraphe suivant ce dernier élément.

### 3.6 La documentation

Une représentation partagée est la manière dans laquelle l'information est codée sur l'ordinateur, alors que la documentation partagée se rapporte à comment l'information est organisée et où elle est stockée. Pendant un projet de conception collaboratif, la documentation est la source principale d'information, où les rapports des personnes impliquées fournissent une source d'information pour les autres. La documentation électronique dans un studio virtuel de conception géré en réseau de conception permet deux modes extrêmes de stockage de document : centralisé et distribué.

#### 3.6.1 La documentation centralisée [57]

La documentation centralisée suppose que toute la documentation est gardée à un niveau central (sur un serveur), l'accès se fait à travers le réseau. L'information de conception est maintenue dans un endroit et accédée par tous les participants. Cette

approche présente des questions de sécurité et d'intégrité. Tous les participants peuvent ne pas avoir la capacité ou le droit de changer certaines parties de l'information de conception. L'approche centralisée exige habituellement de verrouiller certaines données et une vérification d'uniformité.

### 3.6.2 La documentation distribuée [57]

La documentation distribuée sur le réseau implique que les différents documents de conception sont stockés dans différents endroits. Ici les questions sont liées à l'uniformité des différents documents. Des notices et des mises à jour de changement sont exigées afin de s'assurer que tous les participants se rendent compte des mises à jour effectuées. Cette approche facilite la question concernant la résolution de la sécurité puisque les participants impliqués dans le projet stockeront et maintiendront (modifieront) seulement leur propre documentation.

On a détaillé dans les paragraphes précédents les éléments importants dans les studios virtuels de conception (conception, communication, représentation et documentation). On exposera dans ce qui suit les outils utilisés dans le studio virtuel de conception pour la communication.

### 3.7. Modes de communication dans un Studio Virtuel de Conception

D'après [59] depuis l'année 1992 jusqu'à 1997 la communication dans un studio virtuel de conception a vu une évolution remarquable, avec le développement d'outils informatiques et surtout l'évolution des techniques de communication par l'intermédiaire d'Internet. Comme par exemple le FTP pour le transfert de fichiers, les représentations avec les pages Web (www) et les modèles 3D (VRML), etc.

Le tableau suivant montre l'évolution de la communication synchrone et asynchrone dans un studio virtuel de conception depuis l'email et le transfert de fichier (1992) jusqu'à les représentations 3D interactives (1997).

Tableau 3.1 : modes de communication dans un studio virtuel de conception

		92	93	94	95	96	97
Asynchrone	Texte Messages	Email	Email	Email	Email	Email	Email
	Image Fichier de données	FTP	FTP	FTP	WWW( page Web)	WWW VRML	WWW VRML
Synchrone	Interaction privée		Whiteboard + audio	Whiteboard + audio	Vidéo du bureau	Vidéo du bureau	Vidéo du bureau
	Interaction de groupe		Téléphone Conférence	Vidéo conférence	Vidéo conférence	Vidéo conférence	Vidéo conférence

Dans la communication asynchrone l'email ou le courrier électronique est toujours utilisé pour envoyer des messages texte. Par contre les images et les fichiers de données ont été au début transmis par le protocole FTP (File Transfer Protocol), ensuite par le WWW (page Web) et en fin par les modèles VRML.

- Email : Service permettant aux utilisateurs, la saisie, la consultation et la transmission, sur des ordinateurs connectés à l'Internet, de documents informatisés, ou messages électroniques.
- FTP : Le transfert de fichiers d'un ordinateur à un autre s'est opéré pendant longtemps grâce au protocole FTP (File Transfer Protocol); la fonction de FTP est d'envoyer des fichiers entre deux machines.

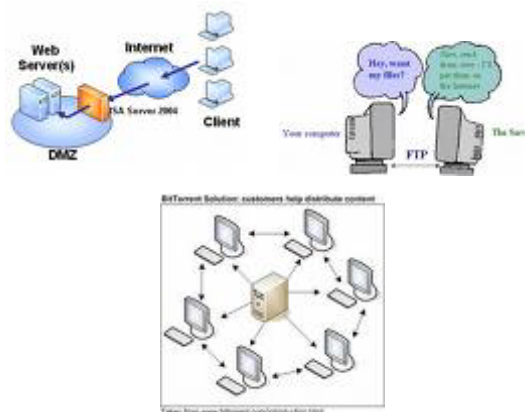


Figure 3.1 : Protocole de transfert de fichier

- WWW page Web : constituée de page HTML, qui contient des textes, des images, des liens vers des fichiers à télécharger (FTP),etc.
- VRML : Langage de description de séquences, permet la visualisation d'images en trois dimensions. Les pages VRML peuvent contenir des liens vers d'autres pages VRML ou même des liens vers des pages HTML.

Pour le deuxième type de communication qui est le synchrone; on distingue deux mode d'interaction privée (Whiteboard + audio et les vidéos de bureau) et l'interaction de groupe (téléphone conférence et vidéo conférence).

- Whiteboard : Un whiteboard est un espace pour l'affichage dans lequel un ou plusieurs participants écrivent ou dessinent, à l'aide d'une souris ou du clavier. Il a été par la suite intégré dans les vidéoconférences.

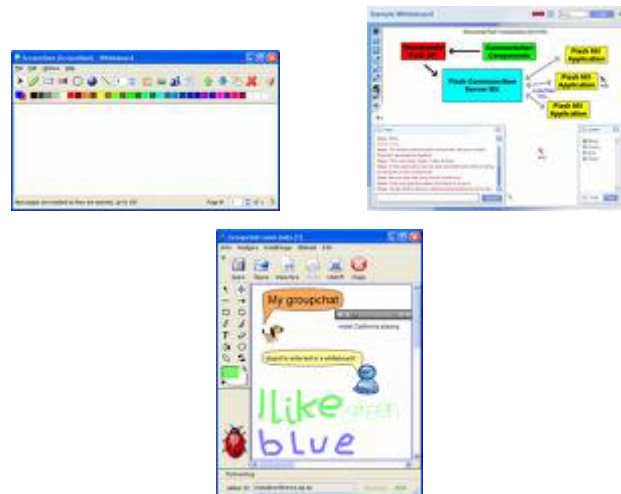


Figure 3.2 : Exemples des whiteboards

- Vidéo du bureau : appelé aussi Webcam, c'est une caméra permettant de retransmettre en direct des vidéos sur l'Internet.
- Téléphone conférence : Appelé aussi réunion téléphonique ou réunion par téléphone. C'est la communication téléphonique organisée à l'avance entre plus de deux correspondants.





Figure 3.3 : Téléphone de conférence

- Vidéo conférence : Réunion de personnes par l'intermédiaire d'Internet lors de laquelle on s'échange du texte mais surtout des images animées. On peut aussi voir et parler avec les participants.

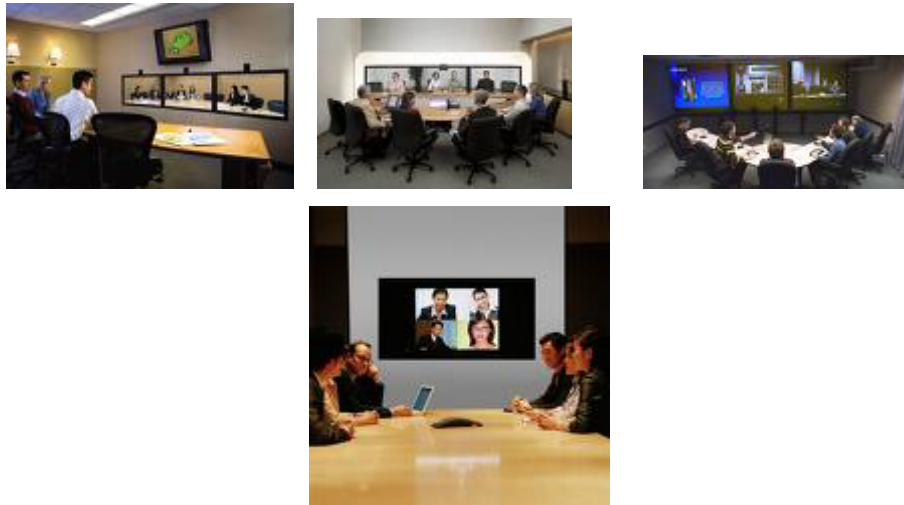


Figure 3.4 : Vidéo de conférence

### 3.8 Quelques travaux existants sur les studios virtuels de conception

#### 3.8.1 Studio Virtuel de Conception Temps Multiplicatif (Virtual Design Studio Multiplying Time)[55,56]:

Le projet concerne trois départements d'architecture des universités se situant en Chine, Suisse et de l'USA.

Le but de la collaboration de ces trois départements est la conception d'une maison dans une île près de Seattle pour deux personnes, en utilisant le studio virtuel de conception. Ces deux personnes sont de profession et culture différentes. Une est peintre chinoise et l'autre est écrivain suisse.

La collaboration permet la continuité du travail vingt quatre heures (24) par jour grâce à la différence de faisceau horaire des trois instituts.

Chaque équipe travail huit heures par jours et de manière continue : l'équipe de USA commence en premier, ensuite l'équipe Suisse en deuxième lieu et enfin l'équipe de Chine termine le travail de la journée dans cet ordre. La Vidéoconférence est utilisée chaque jour entre les étudiants des facultés, pour exprimer leurs idées.

Chaque jour une phase est introduite, chaque phase est divisée en trois, et à la fin de la journée, la vidéoconférence apporte l'évaluation de la conception finale de la phase entamée. A la fin de chaque phase les étudiants soumettent leur travail dans la base de données, ils soumettent un modèle 3D (dans Sculptor et de format VRML); ils soumettent aussi du texte et des images pour expliquer leurs idées, ils créent ainsi une présentation utilisant HTML (le nombre de page est illimité) pour présenter leurs travail et décrire leurs pensées.

Le langage commun de communication de ces trois équipes est le modèle Sculptor (format de fichier VRML) : qui est un programme développé par David Kurman en 1997, supporte les phases de conception de l'objet et la conception architecturale

### 3.8.2 L'International Studio Virtuel de Conception (The International Design studio) : [60]

Le projet Studio Virtuel de Conception International à été conduit par deux départements d'ingénieur mécanique; l'un des départements se situ à New York et l'autre en Turquie.

Les deux départements collaborent sur le même projet pour unir leurs étudiants et les obliger à confronter différentes cultures et langages (différents savoirs, différentes connaissances, différentes expériences...) afin d'atteindre un objectif commun.

Durant l'année « scolaire » 1996/1997 les deux départements testent l'international studio virtuel de conception "IVDS", en communiquant via email et discutent à propos du projet.

Les étudiants des deux départements communiquent électroniquement (par email et vidéoconférence) et partagent une base de données commune.

Le projet proposé est la conception d'un véhicule sans roue (voir la figure 3.5). Chaque département travaille sur le projet et réalise toute la conception du véhicule.

La collaboration permet aux étudiants de : communiquer, partager fichiers, échanger les idées, partager les applications et partager les images vidéo. Ils communiquent aussi par la ligne téléphonique standard, Internet et vidéo interactive.

Au début les étudiants ont utilisé l'email, chat, téléphone ensuite NetMeeting (whiteboard) et FTP.

A la fin les étudiants de New York voyagent en Turquie pour la confrontation des résultats finaux.

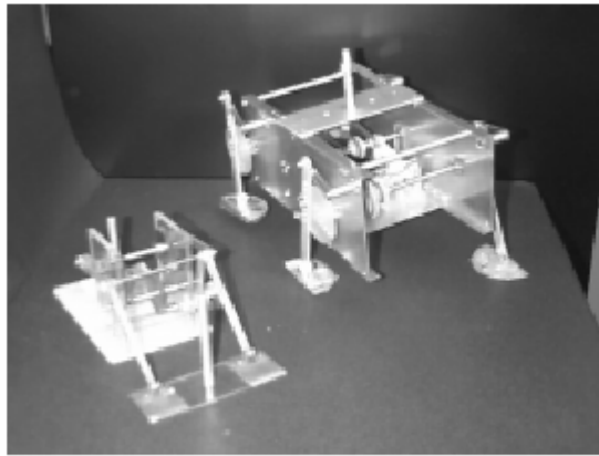


Figure 3.5 : la conception d'un véhicule sans roue

Le troisième exemple concerne une collaboration de deux universités et un institut; les trois sont de différents pays. Ils collaborent pour connaître d'autres cultures et profiter des expériences des autres.

### 3.8.3 Etude virtuelle à l'étranger et studio d'échange (Virtual study abroad and exchange studio): [61]

Etude virtuelle à l'étranger et studio d'échange : La collaboration en studio de design virtuel qui a eu lieu entre l'Institut Fédéral de technologie Suisse, l'université de Toronto Canada et l'université de Melbourne Australie.

Le projet est la collaboration lors de l'apprentissage, leur objectif commun est la conception et le dialogue avec des gens vivant ailleurs. Les étudiants ne collaborent pas sur le même design (même description) ; ils se renseignent les uns les autres au sujet de la ville et de la culture concerné par le projet.

Les étudiants utilisent une gamme d'outils pour le Dessin Assisté par Ordinateur DAO et travail collaboratif aidé par ordinateur TCAO. Ils représentent leurs travaux sous forme de : texte, dessin, vidéo, modèles 3D...et les envoient en utilisant les outils de collaboration comme l'email, ftp, www et white-board.

### 3.9 Synthèse

Le studio virtuel de conception à été crée pour permettre aux concepteurs qui sont géographiquement dispersés de coopérer, partager et communiquer à travers le Web à différents moments (de manière synchrone ou asynchrone).

Cette coopération permet aux concepteurs de :

- Connaître d'autres cultures
- Profiter des expériences des autres
- Se servir des technologies Web pour la communication et le partage d'information
- Réduire le temps de conception, ainsi que le coût des déplacements des individus
- Réaliser des ateliers virtuels temporaires pour les courts projets ou des collaborations temporaires entre les concepteurs.

Dans les expériences du studio virtuel de conception, et parmi elles celle exprimé dans les paragraphes précédents, quelques points ont été remarqués:

- Les participants utilisent parfois des outils de conception et de communication différentes d'un institut à un autre.
- Il y a un problème de communication (synchrone) entre participant à cause de la différence de faisceau horaire (dans le cas où les participants veulent des explications par exemple).
- L'attention est centrée sur la conception commune de projet en négligeant le groupe de personnes collaborant (c'est-à-dire qu'on néglige le côté organisation et coordination des tâches entre les participants; en supposant que le chef de projet s'occupe de la coordination).

Un autre point très important qu'on a remarqué aussi; est qu'il n'y a pas **d'architecture générale** pour le studio virtuel de conception. Les concepteurs se limitent à utiliser des outils de conceptions, de communications et de partager ou échanger les données sans se connecter à une plate forme commune de travail.

Une plate forme commune de travail permet aux concepteurs de travailler en toute conformité, c'est-à-dire, en utilisant les mêmes outils de conception et de communication.

### 3.10 Conclusion

Nous avons consacré ce chapitre à la notion du "studio virtuel de conception". Nous avons d'abord donné une définition de studio virtuel de conception. Par la suite on a parlé de ces concepts et de quelques expériences publiés dans ce domaine. Et à la fin de ce chapitre on a montré la problématique rencontrée dans notre étude.

On proposera dans le chapitre suivant une architecture générale pour le studio virtuel de conception qui permet ou bien qui explique les éléments fondamentaux dans un studio virtuel de conception.

## **CHAPITRE 4**

### **PROPOSITION D'UNE PLATE FORME POUR UN STUDIO VIRTUEL DE CONCEPTION**

#### 4.1 Introduction

On donnera dans ce chapitre une proposition d'une architecture générale qui permet ou bien qui explique les éléments fondamentaux dans un studio virtuel de conception.

L'architecture d'une plate forme pour un studio virtuel de conception doit spécifier le matériel et le logiciel nécessaires à sa réalisation. Celle-ci permettra la coopération et la collaboration d'un ensemble de participants (coopérants), qui travaillent à travers le temps et l'espace.

On termine le chapitre par expliquer notre application pour un Studio Virtuel de Conception pour une équipe de concepteurs de bâtiments (architectes).

#### 4.2 Architecture d'un studio virtuel de conception

Le but d'un studio virtuel de conception est de permettre à plusieurs concepteurs dispersés géographiquement de coopérer, communiquer et partager les informations à travers le Web.

L'architecture d'un studio virtuel de conception doit permettre aux concepteurs :

- La conception d'un projet ou d'une partie du projet où chaque participant réalise sa partie du projet (ses tâches).
- L'enregistrement des résultats pour que tous les concepteurs puissent consulter et récupérer les documents des autres participants.
- La communication entre participants pour discuter, expliquer leurs travaux et idées et partager les données.

Pour soutenir la coopération entre les concepteurs, il est important d'introduire un modèle de coordination. Ce modèle permettra de représenter les interactions entre les participants et la distribution des tâches. Un agent humain (l'agent leader) assurera la coordination des tâches entre les différents concepteurs (généralement, c'est le chef de projet). Il doit, pour un projet donné :

- Chercher les concepteurs ayant les compétences nécessaires
- Envoyer des demandes à ces concepteurs
- Recevoir les propositions de ces concepteurs
- Affecter les tâches aux concepteurs adéquats

Pour cela, l'agent leader a besoin :

- D'une base de données contenant les informations concernant les concepteurs et les tâches à réaliser.
- Un module de communication qui lui permet de contacter les concepteurs.

La coopération permet aux concepteurs de :

- Réaliser des ateliers virtuels temporaires pour des projets ou des collaborations temporaires entre les concepteurs.
- Se servir des technologies Web pour la communication et le partage d'information
- Réduire le temps de conception, ainsi que le coût des déplacements des individus
- Profiter des expériences des autres
- Connaître d'autres cultures, quand la coopération introduit des personnes de différents pays.

L'architecture d'un studio virtuel de conception dépend aussi du degré et de la modalité de la coopération, c'est-à-dire que les participants peuvent ne pas avoir besoin des mêmes outils de conception s'ils travaillent de manière autonome (distribuée) où chaque participant réalise une tâche bien définie, ensuite il soumet son rapport aux autres participants, qui de leurs cotés continuent le travail en se basant sur les résultats du premier participant, etc.

Il faut donc préciser selon l'objectif et le mode de coopération, tous les outils nécessaires à la conception (CAO /DAO..), à la communication (Email /Vidéoconférence...), ainsi que l'organisation et la représentation des informations concernant les documents du projet qui circulent pendant la coopération.

#### 4.3 l'influence de mode de coopération sur l'architecture d'un studio virtuel de conception

On a vu au chapitre 2 les différentes modalités de la coopération :

- Dans la coopération **collective**, les participants peuvent avoir des responsabilités communes, dans ce cas, ils utilisent les mêmes outils (de conception/ communication), et accèdent à la même base de données (documents ou informations).
- Dans la coopération **distribuée**, les participants sont semi autonomes, la conception est partagée entre les membres de l'équipe, chacun travaille de son côté, ils peuvent donc travailler avec des outils différents.
- Dans la coopération **directe** où les informations sont échangées directement, la base de données est locale. Les participants échangent seulement les informations nécessaires.
- Par contre, dans la coopération **indirecte** les participants communiquent indirectement c'est-à-dire, en échangeant l'état des informations. Dans ce cas la base de données doit être commune (globale ou centralisé).

Enfin, le mode de coopération des participants à une grande influence sur l'architecture, sur la conception, la communication (synchrone/ asynchrone) aussi sur le partage d'information concernant le projet (documentation centralisé/ décentralisé).



#### 4.4 Les composants de l'architecture d'un studio virtuel de conception

Les concepteurs doivent être d'une part connectés à Internet pour la communication et le partage d'information; et d'autre part ils doivent avoir une interface qui leurs permette d'accéder :

- Aux outils de conception
- Aux outils de communication
- Aux données (documents et/ou informations).

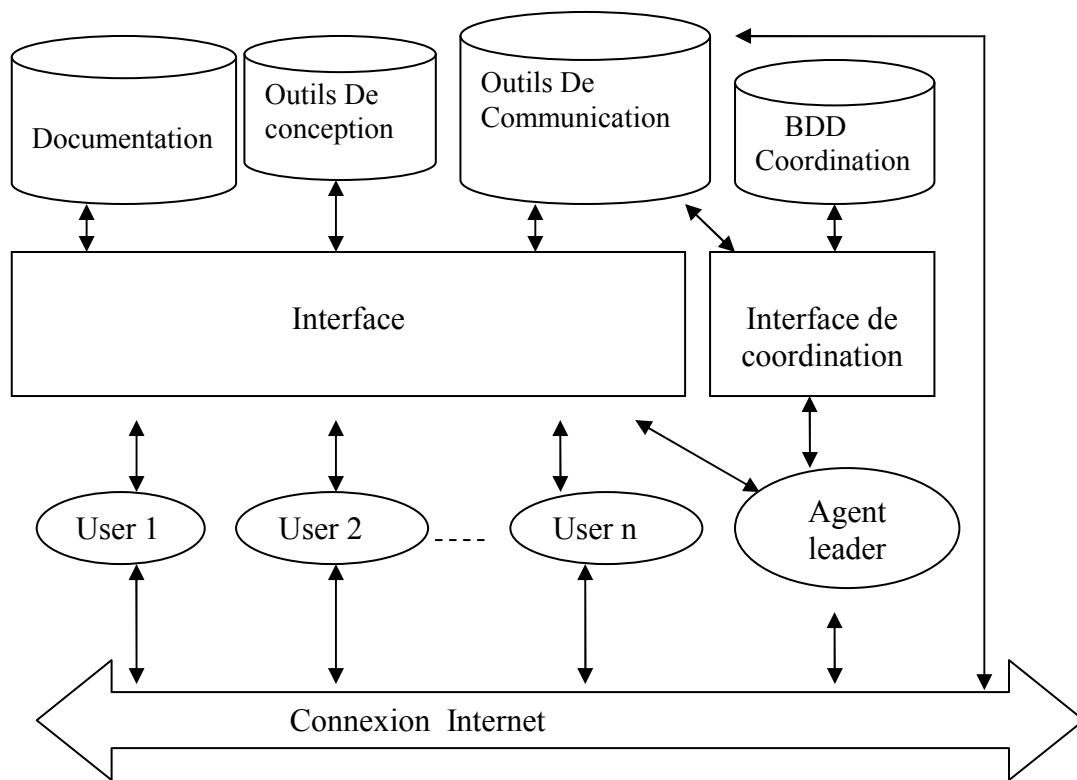


Figure 4.1: Notre proposition d'architecture de studio virtuel de conception

L'agent leader accède à l'interface de conception pour participer à la conception. Il doit avoir une deuxième interface qui lui permette d'accéder à la base de données de coordination ainsi qu'au module de communication.

#### 4.4.1 La conception

Le mode de coopération influence de manière importante le choix de l'architecture. Comme expliqué dans les paragraphes précédents, si la coopération est collective alors les participants auront besoin des mêmes outils de conception, si par contre la coopération est distribuée les participants peuvent travailler avec des outils différents. On pourrait parler dans le dernier cas d'architecture distribuée qui permet aux concepteurs de travailler localement, chacun au niveau de son site.

#### 4.4.2 L'échange d'informations

L'échange d'information entre participants se fait à travers le Web. On distingue deux types d'échange direct et indirect.

- Pour l'échange direct, les concepteurs doivent se connecter à travers un outil Web qui permet le partage et l'échange d'information.
- Pour l'échange indirect, nous préconisons l'hypermédia (HTML/ VRML). Ces pages sont constituées de pages Web présentant les différents travaux des concepteurs. Des pages HTML pour le texte (expliquer les idées) et des pages VRML pour les modèles 3D (les dessins). Les fichiers de type HTML et VRML permettent d'accélérer le transfert à travers le Web.

Dans le deuxième cas (indirecte), on peut concéder une architecture Client / Serveur Centralisée pour le partage d'information; le **client** est représenté par le navigateur Web, et le **serveur** est le serveur Web qui fournit les pages du site Web contenant les informations.

#### 4.4.3 La communication

La communication entre l'agent leader et les concepteurs et entre les concepteurs eux mêmes se fait à travers le Web en utilisant une gamme d'outils de communication Web tels mentionné dans le chapitre précédent.

#### 4.4.4 La base de données de coordination

Afin de faciliter le travail de l'agent leader, nous proposons de structurer les informations qu'il doit manipuler dans une base de données. Le modèle de données représentant cette base de données sera structuré en utilisant la notation d'UML (Unified Modeling Language). Nous commencerons par donner la description des classes dans le tableau 4.1. Le tableau 4.2 décrit les associations reliant les classes. Enfin, nous terminons par donner le modèle de coordination dans la figure 4.2.

Tableau 4.1 : Description des classes du modèle de coordination.

Nom de la classe	Identifiant (type)	Attributs (types)
Concepteur	Matricule (numérique)	Nom (chaîne de caractères) Prénom (chaîne de caractères) Adresse (chaîne de caractères) Téléphone (numérique) Email (chaîne de caractères)
Champ de compétence	Nom_champ_compétence (chaîne de caractères)	/
Domaine de compétence	Nom_domaine_compétence (chaîne de caractères)	/
Projet	Num_projet (numérique)	Nom_projet (chaîne de caractères)
Tâche	Num_tâche (numérique)	Nom_tâche (chaîne de caractères)
Demande	Num_demande (numérique)	Nom_demande (chaîne de caractères)
Proposition	Num_proposition (numérique)	/

Tableau 4.2 : Description des associations du modèle de coordination

Nom de l'association	Attributs	Collection
Réaliser	Etat (numérique)	Concepteur Tâche

Coopérer	/	Concepteur Concepteur
Possède	/	Concepteur Champ compétence
Nécessite	/	Tâche Champ compétence
Est envoyée à	/	Demande Concepteur
Fait partie	/	Champ compétence Domaine compétence
Appartient	/	Tâche Projet
Concerne	Duré (numérique) coût (numérique)	Tâche Proposition
Donne lieu	/	Tâche Demande

Notons que tous les classes (et même les associations) ont des opérations : ajouter (), rechercher (), supprimer (), consulter () et modifier ().

Pour passé au schéma relationnel de la base de données coordination, on fait une traduction UML-Relationnel en basant sur des contraintes d'intégrité. Les tables obtenues après la traduction sont :

Projet (Num-projet, nom-projet)  
Tâche (Num-tâche, nom-tâche)  
Concepteur (Matricule, nom, prénom, adresse, téléphone, email)  
Demande (Num-demande, nom-demande)  
Proposition (Num-proposition)  
Champ de compétence (Nom-champ-competence)  
Domaine de compétence (Nom-domaine-competence)  
Possède (Matricule#, Nom-champ-competence#)  
Nécessite (Num-tâche#, Nom-champ-competence#)  
Coopérer (Matricule#, Matricule#)  
Réaliser (Matricule#, Num-tâche#, état)  
Concerne (Num-tâche#, Num-proposition#, durée, coût)  
Est envoyé à (Num-demande#, Matricule#)  
Donne lieu (Num-tâche #, Num-demande#)

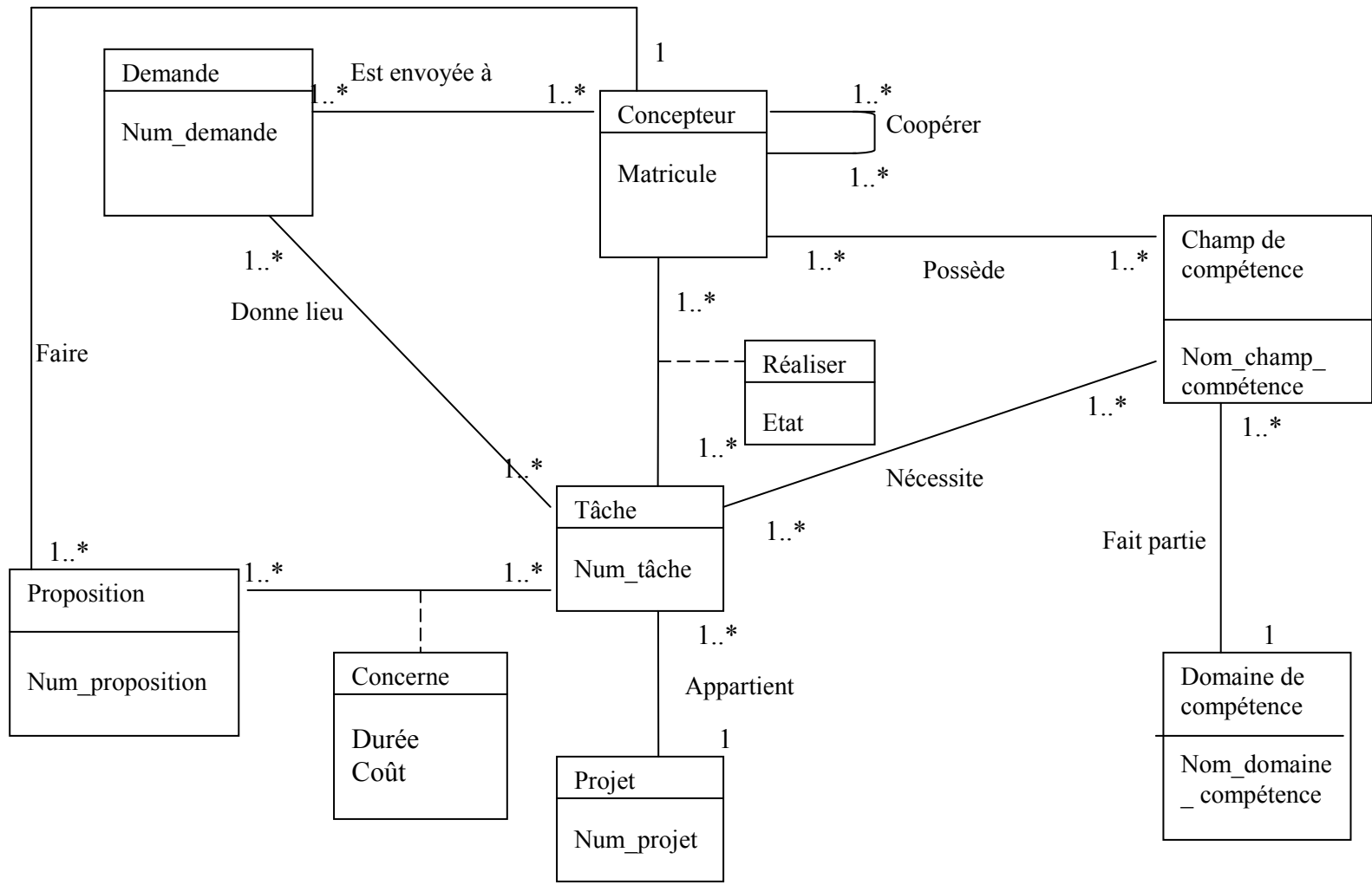


Figure 4.2 Modèle conceptuel de la BDD coordination

## 4.5 Etude de cas

Le but principal d'un studio virtuel de conception est de faciliter la coopération d'une équipe de concepteurs dispersés géographiquement (et qui travaillent d'une manière synchrone ou asynchrone pour la réalisation d'un projet de conception).

On s'intéresse dans notre studio virtuel de conception à la conception des bâtiments par une équipe d'architectes dispersées géographiquement.

Le chef de l'équipe s'occupe de la coordination du projet, c'est-à-dire, l'attribution des tâches aux participants, et il se charge de l'organisation des réunions et des rendez vous.

Avant de présenter notre application, il serait utile de donner un aperçu sur le domaine d'application qui est l'architecture.

### 4.5.1 Introduction

L'architecture est l'art et la science de concevoir des bâtiments. La conception architecturale est principalement conduite par la manipulation créatrice de la masse, l'espace, volume, texture, lumière, ombre, matériaux et éléments pragmatiques tels que le coût, la construction et la technologie, afin d'atteindre un but qui est esthétique, fonctionnel et souvent artistique [62]

La CAO (Conception Assistée par Ordinateur) tient de nos jours une place importante dans la majorité des bureaux de conception architecturale. La modélisation 3D extrêmement précise qui a été produite à partir des concepts de l'architecte a permis de valider leur faisabilité (matérielle et économique). Il est toutefois évident que cette démarche d'utilisation de l'informatique fait partie du processus de conception, car il est probable que les premières simulations ont engendrées des retours en arrière, des modifications du projet [63]

Le constat est donc assez aisé à faire. Si l'on met en relation la CAO et le dessin de l'architecte, celle-ci n'intervient qu'à des niveaux descriptifs et prescriptifs, dans les phases avancées du projet. La CAO permet de produire des maquettes virtuelles, à des fins de présentation [63]

La CAO offre aussi la possibilité, par des modèles construits au fur et à mesure du projet, d'orienter des choix de conception ou de vérifier des contraintes qui n'ont pas encore été prises en compte. Cela s'étend au niveau prescriptif par l'utilisation de logiciels spécialisés à l'architecture, permettant la correction automatique de plans, ainsi qu'une production aisée des dessins de construction, des prévisions de coûts, etc. (en fournissant des ensembles de symboles normalisés, en intégrant des bases de données de matériaux ou de fournitures spécifiques, par exemple) [63]

Parmi les outils de CAO, AUTOCAD qui a vu le jour depuis les vingt dernières années, est devenu actuellement presque le leader incontestable des systèmes de CAO et de DAO (Dessin Assisté par ordinateur) existants dans le monde. Il est employé dans la plupart des secteurs d'activités utilisant le dessin comme moyen de conception et de communication, comme la construction mécanique, l'électronique, l'architecture, etc. Au fil des versions, AUTOCAD s'est donc imposé comme un standard dans l'industrie. Que l'on soit mécanicien, électronicien ou architecte, AUTOCAD permet l'accompagnement dans la réalisation des projets [64]

L'architecte est présent de la naissance d'un projet à la fin de la construction. Son rôle principal est de définir l'architecture du bâtiment à réaliser [65]

Dans le cas de studio virtuel de conception, le chef de projet peut être un architecte qui participe à la conception et coordonne la coopération entre les différents participants.

On expliquera dans le paragraphe suivant, comment le chef de projet (l'agent leader) coordonne le travail collaboratif à l'aide de la base de données coordination.

#### 4.5.2 Base de données de l'agent leader

Rappelons que l'agent leader est la personne qui est chargée d'assurer la coordination entre concepteurs répartis géographiquement. Pour cela, il a besoin d'une interface lui permettant (figure 4.3) :

- D'accéder à la base de données coordination : cette base contient les informations nécessaires pour l'attribution des tâches de projet aux concepteurs.

- De communiquer avec les concepteurs : l'agent leader envoie des demandes aux concepteurs et reçoit des propositions; ensuite attribue les tâches aux différents concepteurs.
- D'accéder à l'interface de coopération.

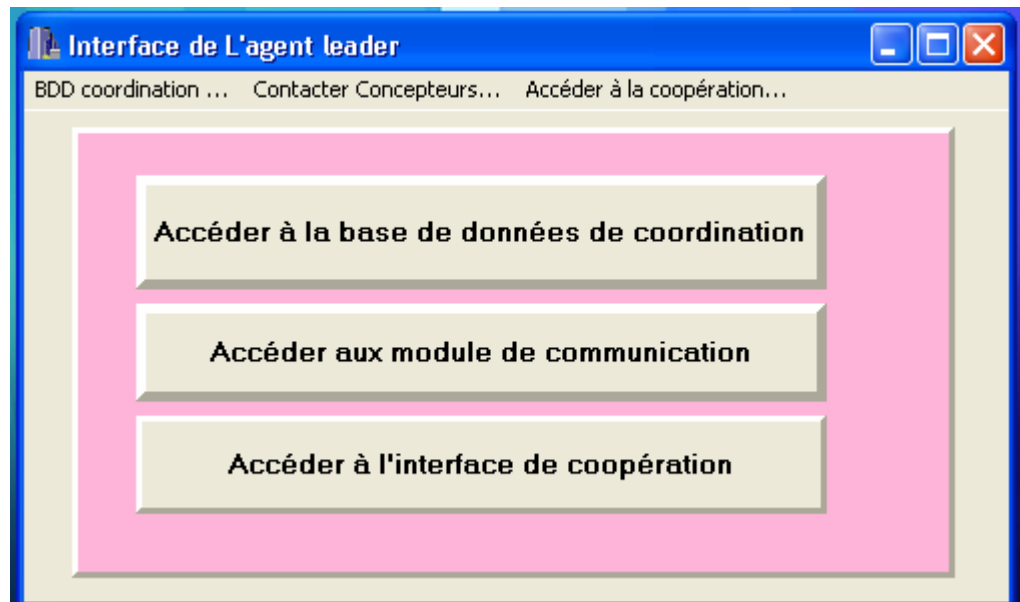


Figure 4.3 : Interface de l'agent leader

L'accès à la base de données coordination par l'agent leader (figure 4.4) :

- Permet de consulter et de mettre à jour les tables de la base de données de coordination.
- Facilite le choix des concepteurs à qui il envoie les demandes et ensuite attribue les tâches de projet.

La figure 4.4 montre toute les activités que peut effectuer l'agent leader pendant son accès à la base de données coordination.



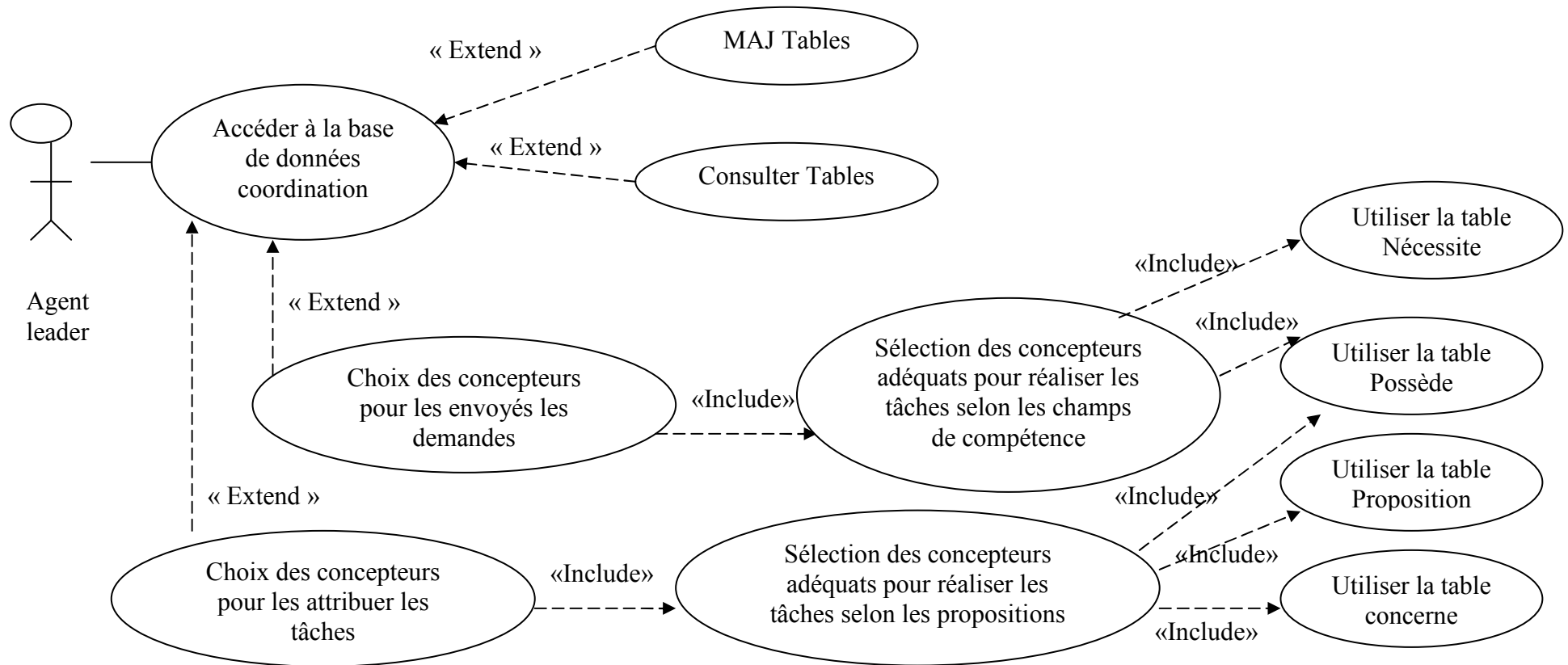


Figure 4.4 : Diagramme de cas d'utilisation "l'agent leader utilise la base de données coordination"

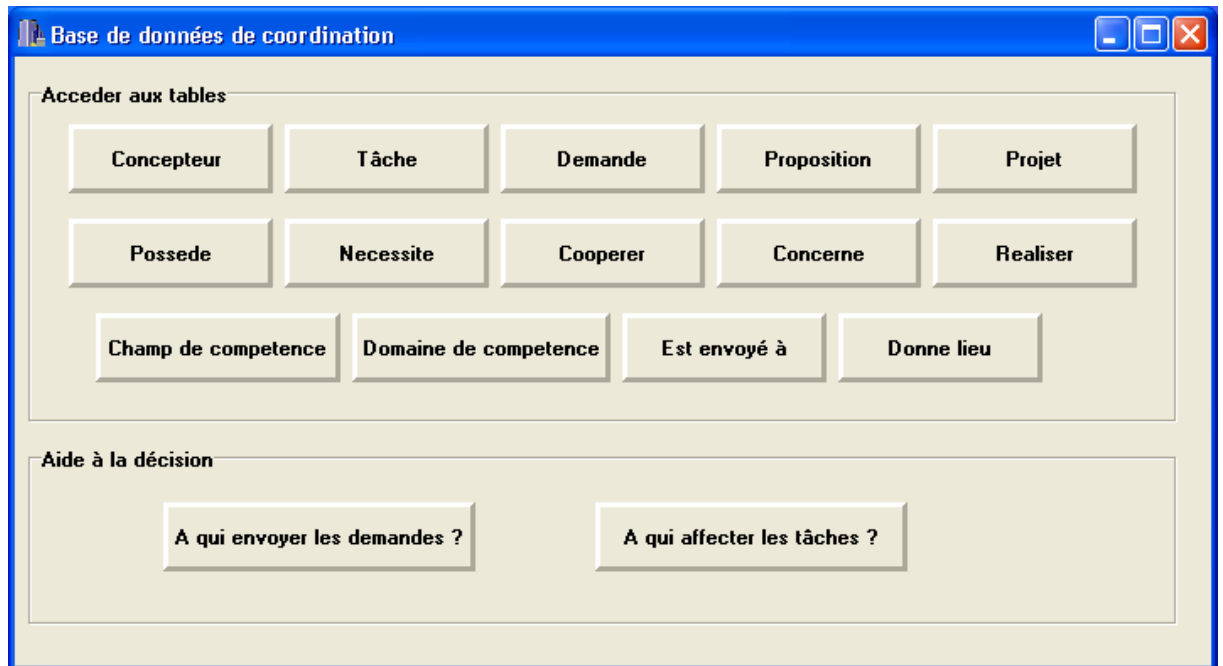


Figure 4.5 : Base de données de coordination

L'agent leader consulte la base de données en ouvrant les tables désirées. Il consulte la base de données coordination afin de connaître par exemple l'état d'avancement des tâches attribuées aux concepteurs. Il peut enregistrer et modifier la base de données coordination en saisissant un nouvel enregistrement au sein de la base de données pour rajouter un nouvel concepteur, une nouvelle tâche, une nouvelle demande, etc.

L'agent leader a aussi la possibilité de modifier un enregistrement. Une mise à jour peut concerner la modification d'une caractéristique; par exemple le changement de l'état d'une tâche (de l'état en cours à l'état réaliser).

Les données au niveau de la base de données peuvent aussi être supprimées par l'agent leader. Ces données peuvent concernées des tâches redéfinies ou annulées, etc.

The screenshot shows a window titled "Concepteur" with five distinct sections for data management:

- Consulter:** A table with columns "Matricule", "Nom", "Prenom", and "Adresse". The first row contains "12", "FEKKAR", "Mounir", and "Alger". Navigation buttons (back, forward, first, last) and "Ouvrir" and "Fermer" buttons are present.
- Modifier:** A table with the same columns as "Consulter", containing the same data. It includes navigation buttons and "Ouvrir" and "Fermer" buttons.
- Enregistrer:** A form with fields for "Matricule" (11), "Nom" (ALIOUAT), "Prenom" (Nadia), "Adresse" (Kouba), "Telephone" (050126487), and "Email" (A\_nadia@yahoo.fr). An "Enregistrer" button is on the right.
- Supprimer:** A form with a "Matricule" field containing "13" and a "Supprimer" button.
- Rechercher:** A form with a "Matricule" field containing "10" and a "Rechercher" button. Below it is a table with columns "Matricule", "Nom", "Prenom", and "Adresse", showing a row with "10", "TOUBALINE", "Nassib", and "Blida".

Figure 4.6 : La table concepteur

Pour la consultation, la recherche, la modification, l'ajout ou la suppression d'un enregistrement, l'agent leader clique sur le bouton qui correspond à la table (de la fenêtre représentée dans la figure 4.5), une fenêtre rassemblant tous ces traitements s'affiche (figure 4.6). La figure 4.6 montre que la recherche ainsi que la suppression d'un enregistrement se font en indiquant l'identifiant de l'enregistrement.

Après l'enregistrement des informations concernant les concepteurs (matricule, nom, email, leurs champs de compétence, etc.) et les tâches (numéro, les champs de compétence nécessaires pour leur réalisation, etc.), l'agent leader choisie les concepteurs adéquats pour réaliser les tâches de projet en consultant les tables :

- Possède (le concepteur possède des champs de compétence)
- Nécessite (les tâches nécessitent des champs de compétence)

L'agent leader envoie aux concepteurs les demandes pour réaliser les tâches en se basant sur leurs champs de compétence ainsi que les champs de compétence nécessaires pour réaliser ces tâches.

On a implémenté un module qui permet de sélectionner les concepteurs adéquats pour réaliser les tâches selon les champs de compétence.

Après l'insertion des informations des tableaux 4.3 et 4.4 dans la base de données; on exécute le bouton "A qui envoyé les demandes ?" (figure 4.5), une fenêtre s'affiche (figure 4.7), on entre le numéro de la tâche, on obtient la liste des concepteurs a qui l'agent leader peut envoyer ces demandes.

Tableau 4.3: la table Possède

Matricule de concepteur	Nom de champ de compétence
10	Urbanisme
10	Architecture
11	Urbanisme
11	Restauration
12	Urbanisme
12	Architecture
12	Restauration
13	Restauration
14	Urbanisme
15	Architecture
15	Restauration

Tableau 4.4 : la table Nécessite

Numéro de la tâche	Nom de champ de compétence
1	Urbanisme
1	Architecture
2	Urbanisme
3	Urbanisme
3	Architecture
4	Urbanisme

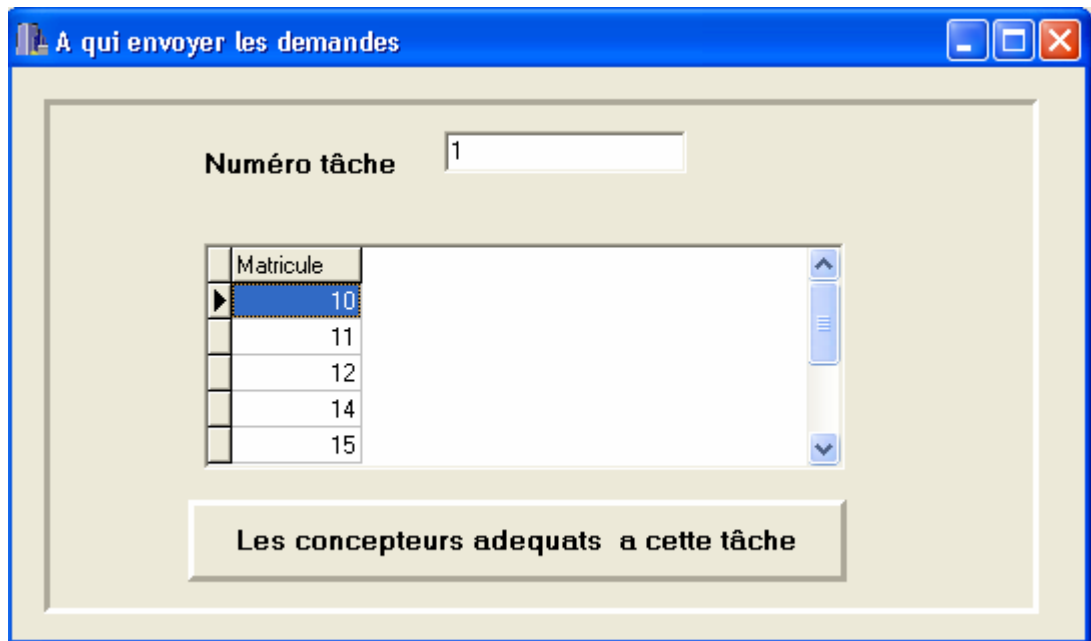


Figure 4.7 : liste des concepteurs sélectionnés

Suite à l'envoi des demandes, l'agent leader reçoit des propositions de la part des concepteurs a qui il a envoyé les demandes. Tableau 4.5 et 4.6 montrent la durée et le coût des tâches de différentes propositions des concepteurs.

Tableau 4.5 : table Proposition

Numéro de la proposition	Matricule de concepteur
100	10
101	11
102	10
103	12

Tableau 4.6: table Concerne

Numéro de la tâche	Numéro de la proposition	Durée (mois)	Coût (dinars)
1	100	10	100
1	101	11	90
2	102	6	80
2	103	8	60

Après l'insertion des informations des tableaux 4.5 et 4.6 dans la base de données; on exécute le bouton "À qui affecter les tâches ?" (figure 4.5), une fenêtre s'affiche (figure 4.8), on entre le numéro de la tâche, on obtient des listes représentant :

- Les matricules des concepteurs selon les compétences nécessaires pour réaliser la tâche
- Les matricules des concepteurs qui ont proposer de réaliser cette tâche
- Et les informations concernant leurs propositions.

The screenshot shows a window titled "A qui affecter les tâches ?". It features a text input field for "Numéro tâche" containing the number "1". Below this are two small tables. The first table has columns "Matricule" and "Compétence" with rows for values 10 and 11. The second table has columns "Num\_proposition" and "Matricule" with rows for (100, 10) and (101, 11). Below these are two buttons: "Matricule / Compétence" and "Matricule / Proposition". At the bottom is a larger table with columns "Num\_tache", "Num\_proposition", "Duré", and "Cout", containing two rows: (1, 100, 10, 100) and (1, 101, 11, 90). Below this table is a button labeled "Tâche / Proposition".

Figure 4.8 : la liste des concepteurs choisis

La fenêtre de la figure 4.8 permet au chef de projet (l'agent leader) de :

- Vérifier que les concepteurs ont les compétences nécessaires pour réaliser la tâche.
- Choisir selon la durée et le coût de la tâche à qui l'attribuer.

Dés l'attribution des tâches, les concepteurs commencent le travail coopératif. On parlera dans ce qui suit du travail de coopération.

### 4.5.3 L'interface de coopération

La plate forme de notre studio virtuel de conception doit permettre aux participants (les architectes):

- La conception
- La communication
- Et l'échange ou partage d'information

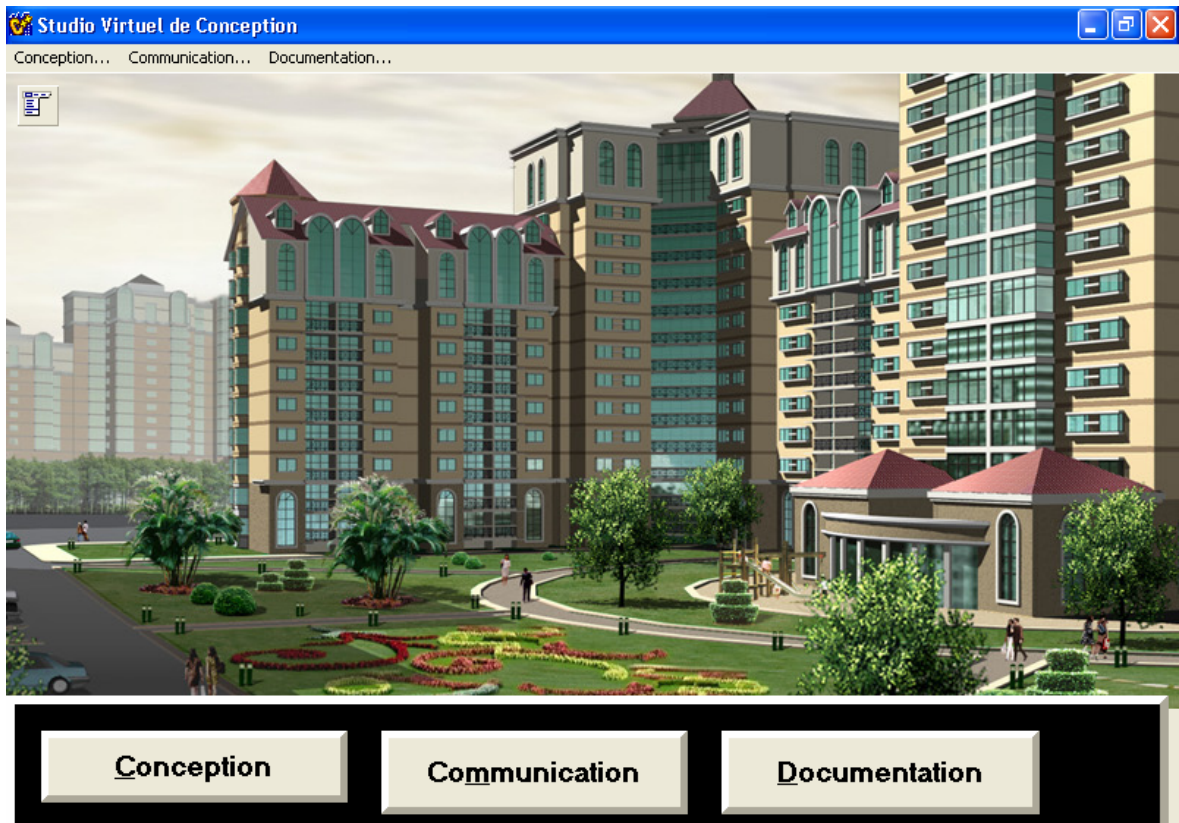


Figure 4.9 : L'interface de notre Plate Forme de Studio Virtuel de Conception

La figure 4.9 présente l'interface de notre plate forme de studio virtuel de conception, il y a trois boutons qui nous permettent d'accéder à la conception, communication et documentation. Nous détaillons dans les paragraphes suivants chacun de ces trois derniers.

Dans la figure 4.10 on résume les différentes activités d'un concepteur pendant sa collaboration.

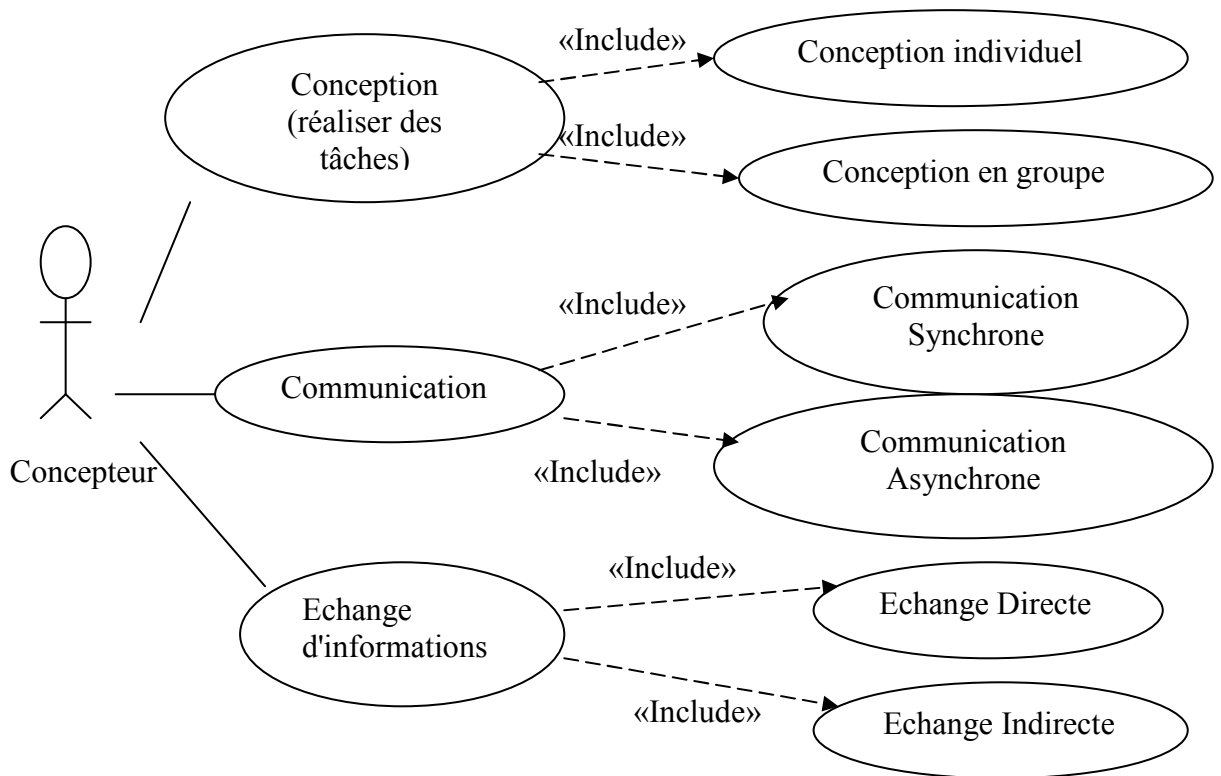


Figure 4.10 : Diagramme de cas d'utilisation " la conception en collaboration"

#### 4.5.3.1 La conception

En cliquant sur le bouton "Conception", une fenêtre apparaît. Cette dernière contient la liste des outils de conception nécessaires à la réalisation du projet.

Notons que la liste des outils de conception peut être modifiées : on peut Ajouter, Supprimer un outil de conception de la liste en le sélectionnant ensuite on peut choisir le bouton correspondant à la tâche à effectuer; comme on peut simplement le sélectionner pour l'exécuter.

Exemple : Ajouter l'outil AutoCad 2006 et l'exécuter.

En cliquant sur le bouton "Conception", la fenêtre de la figure 4.11 s'affiche. La fenêtre nous permet d'exécuter, d'ajouter ou de supprimer un outil de la liste des outils de conception.





Figure 4.11 : la fenêtre Outils de conception

En choisissant le bouton "Ajouter" pour ajouter un outil de conception à la liste des outils de conception, la fenêtre de la figure 4.12 nous permet de désigner l'outil à ajouter.

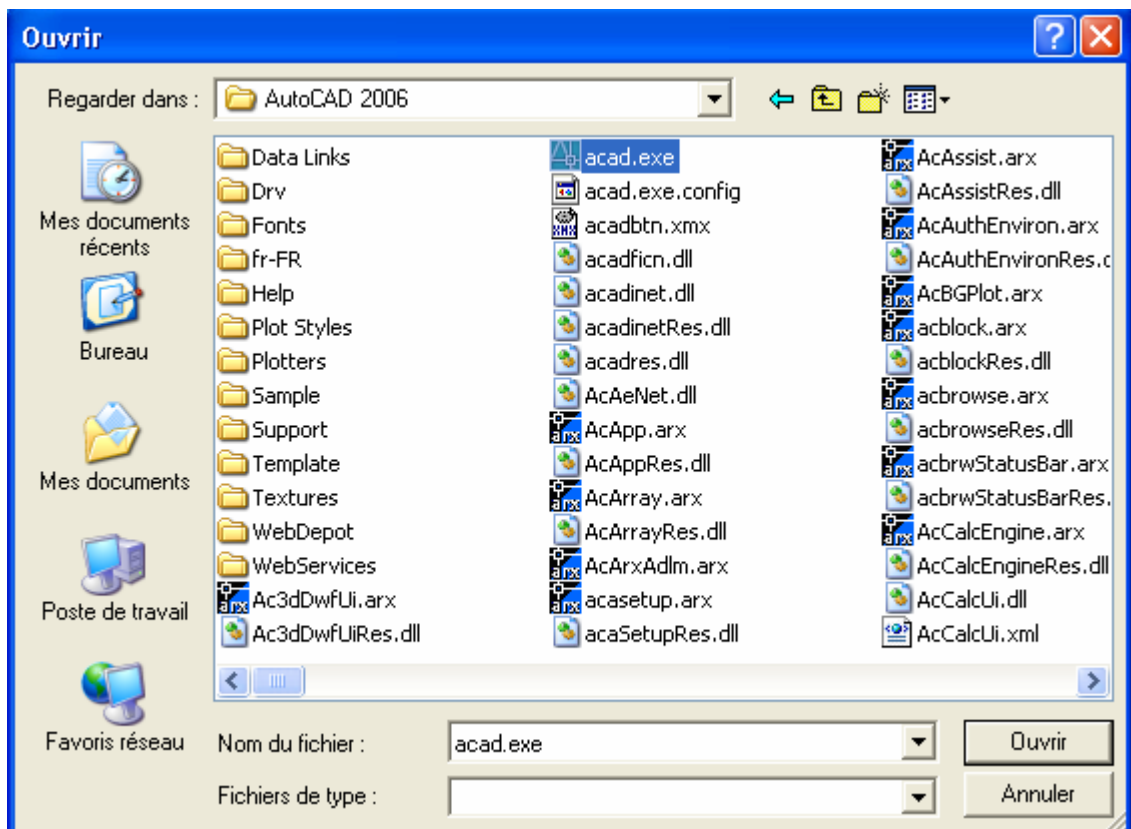


Figure 4.12 : La sélection d'un outil à ajouter à la liste des outils de conception

Une fois l'outil sélectionné, il suffit de confirmer en tapant sur le bouton "Ouvrir" pour que l'outil soit inséré à la liste des outils de conception (voir figure 4.13).



Figure 4.13 : la sélection d'un outil à exécuter

Dés que l'outil est dans la liste on peut l'exécuter juste en le sélectionnant ensuite on tape sur le bouton "Exécuter", et la fenêtre de la figure 4.14 apparaît.

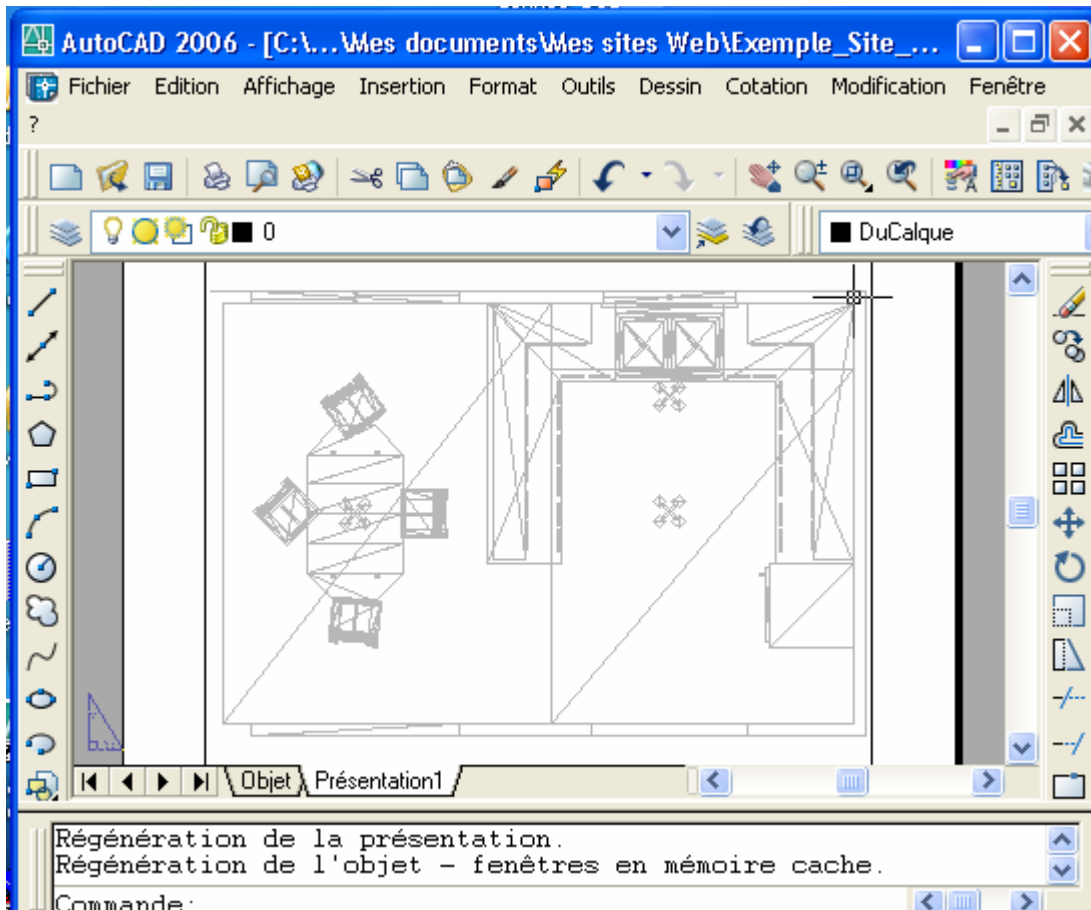


Figure 4.14 : l'exécution de l'outil AutoCad

Les concepteurs, à ce niveau peuvent commencer leur travail de conception.

#### 4.5.3.2 La communication

La communication entre participants est effectuée à travers le Web; donc les concepteurs doivent être connectés à Internet pour communiquer.

Les outils de communication sont nombreux, on peut distinguer deux types (figure 4.15) :

- Des logiciels de communication Web qui doivent être installés sur l'ordinateur des participants. Comme par exemple le NetMeeting (on parlera de cet outil dans les paragraphes suivants).
- Des outils de communication Web accessibles par la liaison à une page Web. Comme par exemple l'Email.



Figure 4.15 : fenêtre des outils de communication

Pour accéder aux logiciels de communication, on choisit le bouton " Accès aux logiciels". Une fenêtre de la figure apparaît. Cette dernière ressemble à la fenêtre des outils de Conception présentée précédemment; où on a une liste des outils qui peut être modifiée par les participants à tout moment de la conception. (Voir figure 4.16)

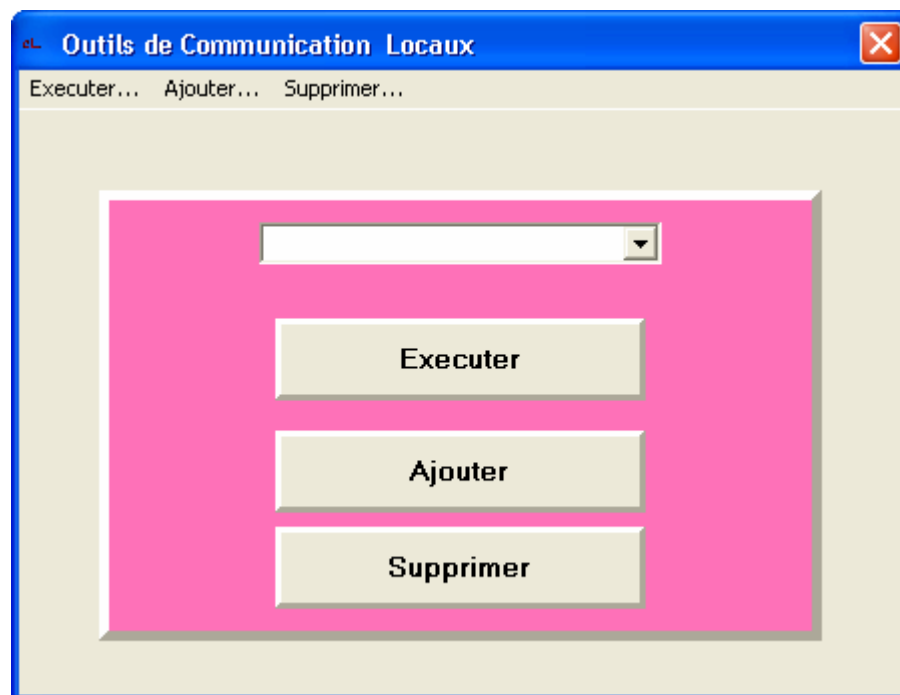


Figure 4.16 : Fenêtre logiciels de communication

L'outil qu'on à choisi pour la communication est l'outil "NetMeeting" (on parlera dans ce qui suit de cet outil).

Par contre, pour le deuxième type des outils de communication Web "les pages Web", la fenêtre de la figure 4.17 nous permet d'établir une liste des liens vers les pages Web utilisées par les concepteurs; comme Yahoo Mail par exemple.



Figure 4.17 : Fenêtre Accès au Web

Exemple : Insertion d'un lien à la liste et l'exécution d'un lien de la liste.

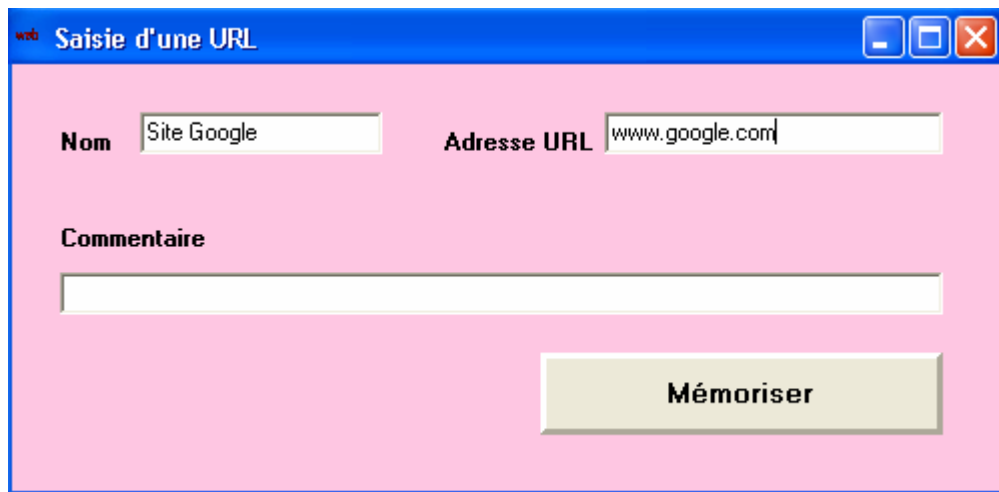


Figure 4.18 : Fenêtre Ajouter un lien

On donne un nom représentatif à la page Web, on tape son adresse et on mémorise.

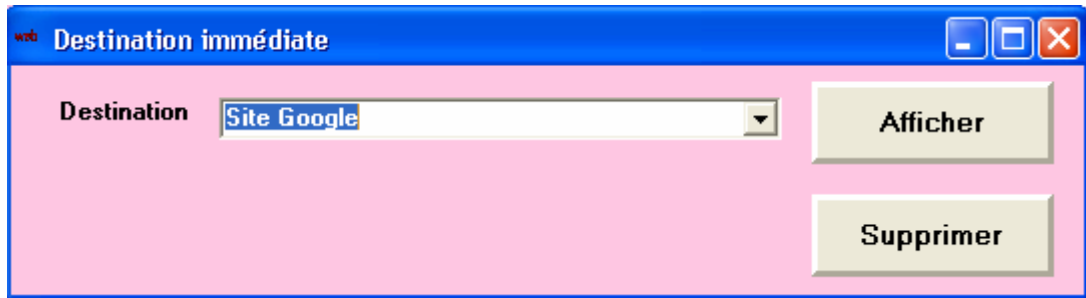


Figure 4.19 : Choisir la page Web Site Google

Pour utiliser un lien on choisit le nom de la page Web dans la liste des liens et on tape "Afficher".

Une fois on exécute le bouton "Afficher", la fenêtre de la figure 4.20 s'affiche.

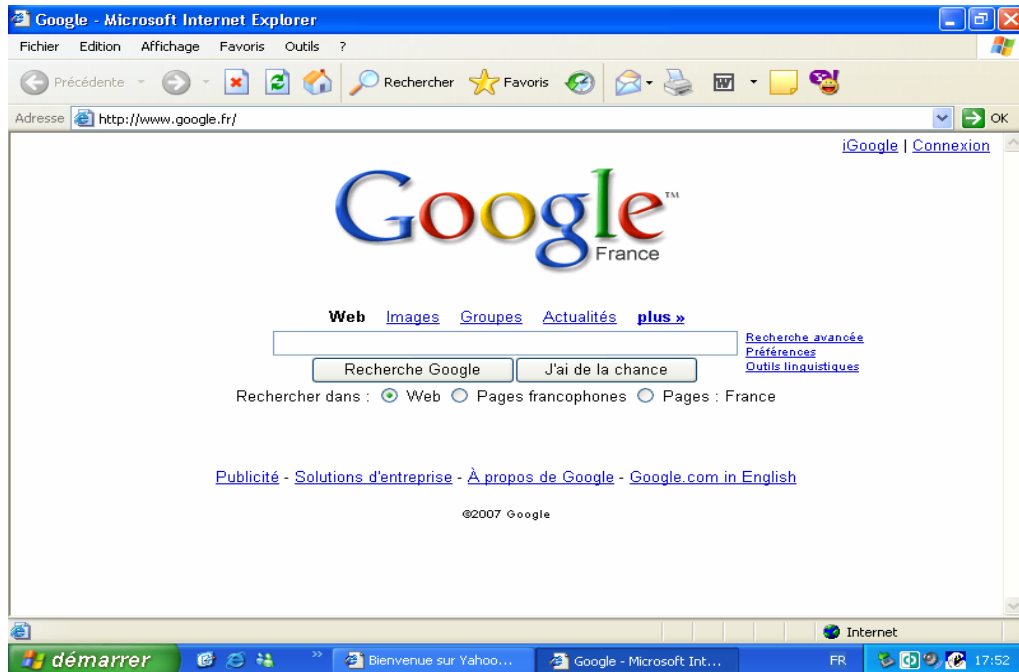


Figure 4.20 : La fenêtre de site Google.

Ce type de communication peut être utiliser pour accéder par exemple à la page email (Yahoo, Hotmail, etc.)

#### 4.5.3.3 L'échange d'informations

L'échange de données entre participants peut se faire de deux manières, synchrone (directe) et asynchrone (indirecte).

#### 4.5.3.3.1 La communication de manière synchrone (directe)

L'outil "NetMeeting" est utilisé pendant la communication directe entre les concepteurs.

NetMeeting permet le partage des informations sur Internet, il permet aussi d'effectuer des appels, et participer à des conférences.

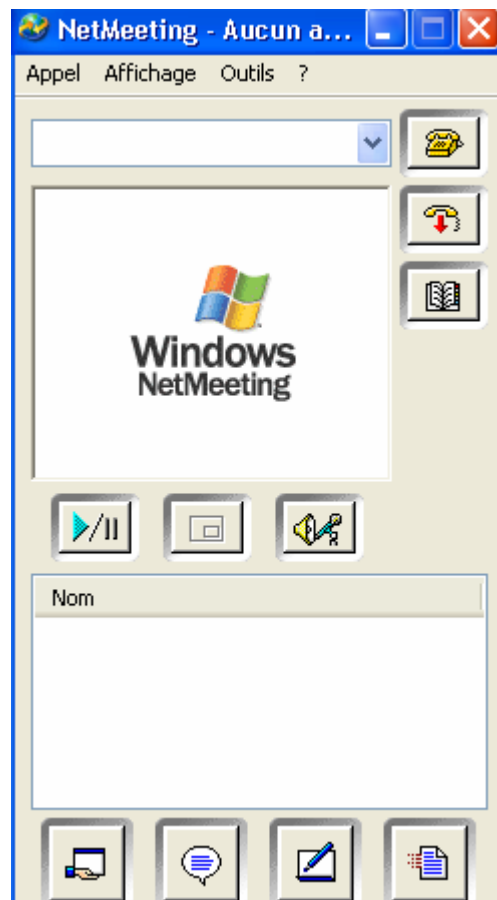


Figure 4.21 : l'outil NetMeeting

Les fonctionnalités de NetMeeting nous permettent d'émettre des appels. NetMeeting facilite l'émission d'appels sur Internet à l'aide de téléphones.

Le partage de programmes permet de faciliter le travail avec les autres participants à la conférence. Il suffit qu'un ordinateur dispose du programme et tous les participants peuvent travailler sur le document en même temps. De plus, les participants peuvent envoyer et recevoir des fichiers sur lesquels ils travaillent.

Les fonctionnalités audio et vidéo de NetMeeting permettent de voir et d'entendre les autres participants. Ils peuvent recevoir des appels vidéo dans la fenêtre Vidéo de NetMeeting.

Avec la fonctionnalité Conversation, la communication avec plusieurs personnes est possible. De plus, les appels de Conversation peuvent être cryptés, ce qui assure la confidentialité des conférences.

À l'aide du Tableau blanc (figure 4.22), les concepteurs expliquent des concepts en les illustrant, en utilisant des croquis ou en affichant des graphiques. Ils peuvent également copier des zones de leurs bureau ou des fenêtres et les coller dans le Tableau blanc.



Figure 4.22 : Tableau blanc de NetMeeting

On expose dans l'annexe III un exemple d'utilisation de NetMeeting entre deux concepteurs.



#### 4.5.3.3.2 La communication de manière asynchrone (indirecte)

Pour communiquer les informations de manière asynchrone, les participants créent une représentation sous forme de site Web (pages HTML et VRML).

Pour pouvoir réaliser ce site, on propose l'outil "FrontPage", facile à utiliser, il permet l'insertion du texte et des liens vers d'autres fichiers (pages HTML ou fichiers VRML) de manière très simple, et sans l'obligation que les participants connaissent les langages HTML et VRML.

Comme expliqué antérieurement, les modèles 3D qui contiennent les images, les animations concernant le projet sont représentées par des fichiers sous format VRML (d'extension .wrl).

La création de ces fichiers est très simple, il faut juste convertir les fichiers générés par l'outil AutoCad en utilisant un outil convertisseur vers l'extension ".wrl".

La figure 4.23 montre un exemple de fichier VRML qui représente une cuisine en 3D, réalisée par AutoCad ensuite convertie en VRML à l'aide d'un outil de conversion.



Figure 4.23 : Cuisine 3D en VRML

#### 4.6 Conclusion

On a parlé dans ce chapitre de notre proposition d'une architecture générale qui permet ou bien facilite la réalisation des plates formes pour tout studio virtuel de conception.

L'architecture d'une plate forme pour un studio virtuel de conception permet la coopération et la collaboration d'un ensemble de participants (concepteurs), qui travaillent à travers le temps et l'espace.

L'architecture permet ainsi à l'agent leader de coordonner la coopération entre concepteurs à la aide de la base de données coordination.

On a par la suite détaillé notre application pour un studio virtuel de conception, et expliquer les différentes fonctionnalités pour un domaine bien précis qui est le bâtiment.

## CONCLUSION

L'objectif de notre travail était de donner une **proposition d'une plate forme de collaboration pour les studios de design virtuels**. La plate forme pour un studio virtuel de conception doit spécifier le matériel et le logiciel nécessaires à la réalisation d'un studio virtuel de conception. Celle-ci permettra la coordination des tâches entre les concepteurs par l'agent leader, ainsi que la conception, la communication et le partage ou l'échange des données en se connectant à une plate forme commune de travail.

Nous avons vu que le Studio Virtuel de Conception est un domaine de recherche pluridisciplinaire, il étudie la combinaison de plusieurs technologies :

- Technologie des **réseaux informatiques** (Internet); en particulier en matière de communication où le développement des nouveaux moyens de conversation et échange de données entre les personnes à travers le monde. Plusieurs outils de communication Web ont été utilisés dans de nombreuses expériences des studios virtuels de conception tel que mentionnée dans le chapitre 3, on a par la suite dans le chapitre 4, parlé de l'outil NetMeeting, ce dernier a été utilisé dans notre studio virtuel de conception pour permettre aux architectes la communication et le partage des données de manière directe (synchrone).
- Technologie de **la réalité virtuelle** (RV); nous avons annoncé au chapitre 1 que la réalité virtuelle dans le domaine de l'architecture peut être utile pour présenter un projet. On a expliqué par la suite (dans le même chapitre), comment le monde virtuel est présenté par des modèles 3D basés sur le langage VRML. Ce dernier langage a été utilisé dans notre studio virtuel de conception pour présenter les modèles 3D réalisés par les architectes.
- Et Technologie de **Travail Collaboratif Assisté par Ordinateur** (TCAO); qu'on a exposé au chapitre 2. Ce domaine de recherche s'intéresse au travail coopératif entre plusieurs personnes afin de réaliser un projet ou un objectif commun. On a exposé dans ce chapitre les modes de coopération possible entre les participants; on a vu ensuite dans le chapitre 4 l'influence du mode de coopération sur l'architecture d'un studio virtuel de conception.

Après une étude approfondie sur les technologies de la réalité virtuelle et le travail collaboratif assisté par ordinateur, ainsi que la technologie des studios virtuels de conception, on a réalisé une plate forme pour un studio virtuel de conception qui permet :

- La coordination de la coopération par l'agent leader, qui dispose d'une base de données qu'on a appelé base de données coordination. Cette base lui facilite la distribution des tâches entre les concepteurs.
- La conception des bâtiments par une équipe d'architectes dispersées géographiquement, qui communiquent à travers le Web.

Pendant la coordination, l'agent leader consulte la base de données coordination. On a développé un module qui facilite à l'agent leader le choix des concepteurs à qui envoyer les demandes, ensuite attribuer les tâches selon leurs champs de compétence. Néanmoins, ce choix devient plus difficile quand le nombre de concepteurs et le nombre de tâches devient grands. L'agent leader doit vérifier plusieurs contraintes (coût, durée, etc.). On suggère dans ce cas de développer une heuristique (stratégie) qui permet de sélectionner les solutions (une dizaine de concepteur) les plus optimales (raisonnables) et qui vérifie les contraintes déterminés par l'agent leader (par exemple une plage pour la durée).

Après la distribution des tâches, l'agent leader doit gérer le flux des informations entre les concepteurs. On conseille pour la gestion de flux de développer des solutions en se basant sur un workflow qui assurera la transmission automatique de documents entre les personnes concernées.

Pour la présentation des modèles 3D en VRML à partir des fichiers réalisés par AutoCad, des problèmes ont étaient survenus : les fichiers d'AutoCad qu'on a convertie dans le format VRML n'était pas très clair, a cause de nombre important d'information qu'il contient. On propose pour résoudre ce problème de :

- Réaliser un dessin volumineux sur plusieurs fichiers ensuite les convertir tous.
- Ou utiliser un éditeur de VRML. Cette solution nécessite la connaissance de langage VRML.
- Ou de développer un éditeur de dessin graphique pour le VRML.

## REFERENCES

1. Gerber, D., "Interaction 3D sur un plan de travail virtuel: Application aux déformations de forme libre", Université louis Pasteur, Thèse de doctorat, (Octobre 2004)
2. Paillot, D., "Gestion de données pour la visualisation de maquettes numériques en environnement virtuel immersif. Application au design automobile", Ecole nationale Supérieure d'arts et Métiers, Thèse de doctorat, (Novembre 2004)
3. Ott, D., "Collaboration dans un environnement virtuel 3D : influence de la distance à l'objet référencé et du 'view awareness' sur la résolution d'une tâche de 'grounding'", (1999)  
<http://tecfa.unige.ch/~ott/proxima/rv.html>
4. Ashraf, M.A., "La 3D interactive en temps réel comme aide à l'acquisition des connaissances spatiales: étude de l'influence du mode d'exploration", (2005)  
<http://www.theses.ulaval.ca/2005/22542/ch02.html>
5. Blin, L., "La Réalité virtuelle", (1999)  
[http:// memoireonline.free.fr/realite\\_virtuelle.htm](http://memoireonline.free.fr/realite_virtuelle.htm)
6. Définition de la réalité virtuelle RV  
<http://www.dicodunet.com/annuaire/def-765-rv.htm>
7. Dictionnaire des arts médiatiques, Groupe de recherche en arts médiatiques – UQAM (1996)  
<http://www.comm.uqam.ca/GRAM/C/MT/mul/mult216.html>
8. Chalon, R., "Réalité Mixte et Travail Collaboratif: IRVO, un modèle de l'interaction Homme machine", Ecole centrale de Lyon, Thèse de doctorat, (décembre 2004)
9. Groupe de Recherche des Arts Médiatiques. Dictionnaire des arts médiatiques, GRAM, Université du Québec à Montréal, (1996).  
<http://www.comm.uqam.ca/~GRAM/>
10. Fantini, L., "La réalité virtuelle", (2005)  
<http://www.louisefantini.ca/RVPage1.html>
11. Arnaldi, B., "Présentation générale de la réalité virtuelle", (2003)  
[http://bretagne.ens-cachan.fr/DIT/People/Claude.Jard/sem\\_25\\_03\\_2003\\_arnaldi\\_trans.pdf](http://bretagne.ens-cachan.fr/DIT/People/Claude.Jard/sem_25_03_2003_arnaldi_trans.pdf)
12. Lourdeaux, D., "Réalité Virtuelle et Formation: Conception d'Environnements Virtuels Pédagogiques", Ecole des Mines de paris, Thèse de doctorat, (Octobre 2001)
13. Esposito, N., et Lafosse, F., " initiation à la méthodologie de la recherche Impact des NTIC émergentes sur le CSCW ", (1997)  
<http://www.niksnews.com/ir01/nticcsw.pdf>

14. Fontaine, V., " Qu'est-ce que la réalité virtuelle", (2000)  
<http://www.vieartificielle.com/article/?id=68>
15. Klinger, E., "Apports de la réalité virtuelle à la prise en charge des troubles cognitifs et comportementaux", Ecole nationale supérieure des telecommunications, Thèse de doctorat, (Février 2006)
16. Réalité virtuelle  
<http://caor.ensmp.fr/french/recherche/rvra/recherche.php>
17. Fuchs P, "Les interfaces de la réalité virtuelle". Les Presse de l'école des Mines de Paris (1996).
18. Fuchs P. et al. "Le traité de la réalité virtuelle, Volume 1: fondements et interfaces comportementales", Presses de l'école des Mines de Paris, (2003).
19. Hand, C., "A survey of 3d interaction techniques", (December 1997).
20. Bowman, D.A ., "Interaction Techniques For Common Tasks In Immersive Virtual Environments", Georgia Institute of Technology, 1999.
21. Tisseau, J., "Initiation à la réalité virtuelle", Ecole Nationale d'Ingénieurs de Brest, France.  
<http://www.cerv.fr/fr/docs/irv.pdf>
22. Chene, E., Samier, H., et Richir S., "Processus Virtuel de décision dans la chaîne numérique de conception", (2003)  
[http://isdms.univ-tln.fr/PDF/isdms8a68\\_chene.pdf](http://isdms.univ-tln.fr/PDF/isdms8a68_chene.pdf)
23. Jung, T., " Cyberspace et Réalité Virtuelle ", 1999  
<http://depts.washington.edu/redliner/Thesis/Site/Memoire/RealiteVirtuelle.html>
24. Torguet, P., "VIRER: Un modèle de calcul réparti pour la gestion d'environnements virtuels", Université Paul Sabatier de Toulouse, Thèse de doctorat, (Février 1998)
25. Qu'est-ce que le VRML ?  
<http://apia.u-strasbg.fr/vrml/debuter/questVRML.html>
26. Spécification VRML  
[http://garstud.free.fr/vrml/vrml\\_tut.html](http://garstud.free.fr/vrml/vrml_tut.html)
27. Cours VRML  
[http://kdo.chez-alice.fr/vrml/f\\_som.htm](http://kdo.chez-alice.fr/vrml/f_som.htm)
28. Virtual Reality Markup Language  
[http://fr.wikipedia.org/wiki/Virtuel\\_Reality\\_Markup\\_Language](http://fr.wikipedia.org/wiki/Virtuel_Reality_Markup_Language)
29. VrmIpad Editeur  
<http://www.01net.com/telecharger/windows/Internet/vrml/fiches/9206.html>

30. L'outil Démotride  
<http://www.demotride.com>
31. David B, Chalon R, Vaisman G, Delotte O. " Capillary CSCW. In Stephanidis C, Jacko J, " (Eds) Human-Computer Interaction Theory and Practice , London, (2003)
32. David B, Chalon R, Delotte O, Ros J, Boutros N. " Travail coopératif capillaire en dépannage, maintenance et intervention de crise". In Actes de 5<sup>ème</sup> Congrès International de génie Industriel, Québec, Canada. (Octobre 2003).
33. Ben Atallah, S., "Architectures systèmes pour la construction et l'exécution de collecticiels", Université de Savoie, Thèse de doctorat, (Juin 1997)
34. Schmidt K, "Riding a tiger or computer supported cooperative work", ECSCW'91 Proceedings, Amsterdam, (1997).
35. Smith R, Davis R, "Frameworks for cooperation in distributed problem solving", IEEE Transactions on systems, Man and cybernetics, SMC 11(1), (1981).
36. Roschelle, J et Teasley, S. D, "The construction of Shared knowledge in collaborative problem solving", Computer Supported Collaborative Learning New York, (1995).
37. Dillenbourg P, Baker M, Blaye A et O'Malley C, "The evolution of research of collaborative learning", Dans Learning in Humans and Machine: Towards an interdisciplinary learning science, Oxford: Elsevier, (1995).
38. Panitz T, "A definition of Collaborative vs Cooperative Learning", (1996).  
<http://www.lgu.ac.uk/deliberations/collab.learning/panitz2.html>
39. Durfee E, Lesser V.R, "Cooperation through communication in a distributed problem solving network", In Distributed artificial intelligence, Huhns M. (Ed), Pitman (1987).
40. Benchimol G, Jacob G, "Décision de groupe assisté par ordinateur", Hermès (1992).
41. Chaib-Draa B, Moulin B, "Problématique de la résolution distribuée de problèmes", analyse de systèmes, (1993).
42. Zephir B, "Towards a cognitive approach to human machine cooperation in dynamic situations", International Journal of Human Computer Studies, (2001).
43. Ellis C., Gibbs S.J., Rein G.L. "Groupware : some issues and experiences. In communications of the ACM", (Jan. 1991).
44. Tarpin-Bernard F. "Travail coopératif synchrone assisté par ordinateur: Approche AMF-C", Thèse de doctorat, Ecole centrale de Lyon, (Juillet 1997).
45. David B. T. "IHM pour les collecticiels. In réseaux et Système Répartis", Hermès, Paris, (novembre 2001).

46. Mkadmi, A., "Recherche collaborative d'informations: repenser l'architecture des SRIs à l'ère numérique", Ecole centrale de Lyon, Thèse de doctorat, (Décembre 2004 )
47. Karsenty A. "Le collectif: de l'interaction homme machine à la communication homme machine". In Technique et Science Informatique (TSI), (1994).
48. Grudin J et Poltrock S, "Computer Supported Cooperation Work and Groupware", CHI 94 Proceedings, (1994).
49. Coutaz J et Salber D, "Etude de cas : Contrôle d'accès", Rapport GT SCOOP, GDR-PRC CHM, (1995).
50. Ferber J," Les systèmes multi-agents vers une intelligence collective", Intereditions, (1995).
51. Anzieu B, Martin J.Y, " La dynamique des groupes restreints", Paris, Presse Universitaire de France (1990).
52. Malone T.W, Crowston K, "What is coordination theory and how it can help design cooperative work systems", in proceedings of the conference on computer supported cooperative work, Bikson T. And Halasz F.(Ed), (1990).
53. De Terssac G, Lompré N. Huguet M.J, Erschler J, "La négociation basée sur les contraintes dans la coopération", International workshop on the design of cooperative systems, Antibes Juan Les Pins France, (Janvier 1995).
54. Malone T.W, "What is coordination theory and how it can help design cooperative work systems", Proceeding Bikson T. & Halasz F.(Eds), (1990).
55. Kolarevie, B., Schmitt, G., Hirschberg, U., Kurmann, D., et Johnson B., "Virtual Design Studio : Multiplying Time", (1998)
56. Kolarevie, B., Schmitt, G., Hirschberg, U., Kurmann, D., et Johnson B., "An experiment in design collaboration", (2000)
57. Lou Maher, M., Simoff, S., et Cicognani, A., "The Potential and Current Limitations in a Virtual Design Studio", Université de Sydney AUSTRALIE (2006).
58. Halin, G., "Modèles et outils pour l'assistance à la conception", Mémoire, Institut National Polytechnique de Lorraine, (2004).
59. Yen-wen cheng, N., "Digital Identity in the Virtuel design Studio", (March 1998)  
<http://darkwing.uoregon.edu/~design/nywc/pdf/acsa98-digid-cheng.pdf>
60. Ronald B., Richard A., Abdulkadir Erden et Bulent E. Platin "The International Design studio", (1997)  
<http://fie.engrng.pitt.edu/fie97/papers/1106.pdf>
61. Dave, B., et Danahy, J., " Virtual study abroad and exchange studio", (2000).  
<http://www.sciencedirect.com>



62. Architecture  
[http://66.249.91.104/translate\\_c?hl=fr&u=http://en.wikipedia.org/wiki/Architecture&prev=/search%3Fq%3Darchitecture%2Bwikip%25C3%25A9dia%26hl%3Dfr](http://66.249.91.104/translate_c?hl=fr&u=http://en.wikipedia.org/wiki/Architecture&prev=/search%3Fq%3Darchitecture%2Bwikip%25C3%25A9dia%26hl%3Dfr)
63. L'architecture, un exemple de conception créative  
[http://insitu.lri.fr/~huot/papers/html/these/1\\_3architecture\\_exemple\\_con.html](http://insitu.lri.fr/~huot/papers/html/these/1_3architecture_exemple_con.html)
64. Conception assistée par ordinateur initiation à Autocad sous Windows  
<http://www.sciences.univ-nantes.fr/physique/perso/aloui/acad-LM/acaddex.htm>
65. Architecte  
<http://wiki.estjob.com/metier/20/Architecte/index.htm>

## Annexe I : Le langage VRML

### 1. Types de Nodes

Quatre formes simples sont fournies pour concevoir des objets VRML :

- Le cube qui contient 3 propriétés : largeur, hauteur, profondeur

```
Cube { width 3 height 2.5 depth -3 }
```

- La sphère qui contient 1 propriété : rayon

```
Sphere { radius 6.2 }
```

- Le cône qui contient 2 propriétés : rayon au sol, hauteur

```
Cone { bottomRadius 2.5 height 3 }
```

- Le cylindre qui contient 2 propriétés : rayon, hauteur

```
Cylinder { radius 1.5 height 6 }
```

### 2. Propriété Transform

- La position (Translation) en X,Y et Z :

```
Transform { Translation 5 -2 1.5 }
```

- La rotation en X,Y,Z avec l'angle à affecter :

```
Transform { Rotation 0 1 0.8 1.57 }
```

- La taille (Scale) en X,Y,Z :

```
Transform { scaleFactor 1 1.2 0.75 }
```

### 3. Propriété Material

Chaque shape possède des propriétés qui permettent de déterminer leur apparence. 6 propriétés de type Material sont proposées :

- La couleur Diffuse en RVB (Rouge, Vert, Bleu) correspond à la couleur générale de l'objet :

```
Material { diffuseColor 1 0.8 1 }
```

- La couleur Ambiente en RVB qui affecte la DiffuseColor pour les parties de l'objet qui ne sont pas éclairées :

```
Material { ambientColor 1 0.8 1 }
```

- La couleur Specular en RVB qui définit la couleur des rayons lumineux réfléchis sur la surface de l'objet :

```
Material { specularColor 1 0.8 1 }
```

- La couleur Emissive en RVB qui définit la couleur émise par l'objet s'il était luminescent :

```
Material { emissiveColor 1 0.8 1 }
```

- La propriété Shininess définit le taux de brillance de l'objet (de 0 à 1):

```
Material { shininess 0.5 }
```

- La propriété Transparency définit la possibilité ou non de voir à travers l'objet (de 0 à 1):

```
Material { transparency 0 }
```

#### 4. Group Nodes

- Separator permet de limiter la portée des transformations et des propriétés

```
Material { diffuseColor 1 0 0 } #rouge
```

```
Separator { Material {diffuseColor 0 1 0 } #vert
```

```
    Sphere { }
```

```
    }
```

```
    Cube { }
```

Résultat : la Sphere sera en vert alors que le cube gardera la couleur rouge

#### 5. Le Texte

- L'objet AsciiText qui contient 4 propriétés : chaîne, espacement, justification, largeur

```
AsciiText { string "La Page du Developpeur" spacing 1
```

```
    justification LEFT width 0 }
```

#### 6. Les Lumières

- Lumière ponctuelle définit une source de lumière en un point donné. Elle comprend 4 propriétés : on(TRUE,FALSE), intensité (de 0 à 1), couleur (RVB) et localisation(X, Y, Z) :

```
PointLight { on TRUE
```

```

intensity 1
color 1 0.9 1
location 0 0 -1 }

```

- Lumière spot produit une lumière de type projecteur (conique). Elle contient 7 propriétés : on, intensité, couleur, localisation, direction, baisse de puissance et netteté

```

SpotLight { on TRUE
intensity 1
color 1 0.9 1
location 0 2 1
direction 0 0 -1
dropOffRate 0
cutOffAngle 0.59 }

```

- Lumière directionnelle produit une lumière en rayons parallèles (pas de localisation) qui contient 4 propriétés : on, intensité, couleur et direction :

```

DirectionalLight { on TRUE
intensity 1
color 1 0.9 1
direction 0 0 -1 }

```

## 7. Les Caméras

- Caméra Orthographique produit une vue normal sans déformation qui contient 4 propriétés : position, orientation, distance de focale et hauteur :

```

OrthographicCamera { position 0 2 5
orientation 5 3 -0.5 1.2
focalDistance 10.8
height 2 }

```

- Caméra perspective produit une vue grand angle avec déformation des objets se trouvant en périphérie. Elle possède 4 propriétés : position, orientation, distance de focale et hauteur d'angle :

```

PerspectiveCamera { position 0 2 5
orientation 5 3 -0.5 1.2
focalDistance 10.8
heightAngle 0.7 }

```

## 8. La Texture

- L'objet Texture2 permet d'appliquer une image (GIF, JPEG ...) sur un objet VRML. Ce Node contient 1 propriété : nom de fichier

```
Texture2 { filename "images/vrml.gif" }
```

## 9. L'Ancre HTTP

- Ancre Web permet d'affecter un hyperlien internet à un objet VRML. Ce Node contient 4 propriétés : nom, cadre cible, libellé et objet affecté

```
WWWAnchor { name "http://www.webdeveloper.com"
             target "frame2"
             description "La Page du Developpeur"
             Cube { } }
```

## 10. Instance de Node

- On souhaite parfois réutiliser des objets. Le Node DEF permet de définir un Objet en le nommant afin de pouvoir le réutiliser à différent endroits :

Déclaration : DEF nomNode cube { width 5 }

Affichage : USE nomNode

## Annexe II : Exemple de description de forme en langage VRML

### La description texte :

```

#VRML V2.0 utf8
#- KDO - Cours VRML : ElevationGrid
#- Exemple 1

NavigationInfo {
  type "EXAMINE"
}
DirectionalLight {
  ambientIntensity 1
}
Transform {
  translation -2 -1 0
  children [
    Shape {
      geometry ElevationGrid {
        xDimension 5
        xSpacing 1
        zDimension 5
        zSpacing 1
        solid FALSE
        height [
          1.5 1.0 1.5 1.0 1.5
          1.0 0.0 0.0 0.0 1.0
          1.5 0.0 4.0 0.0 1.5
          1.0 0.0 0.0 0.0 1.0
          1.5 1.0 1.5 1.0 1.5
        ]
      }
      color Color {
        color [
          0 0 0.2,0.2 0 0.4,0.4 0 0.6,0.6 0 0.8, 0.8 0 1
          0 0 0.2,0.2 0 0.4,0.4 0 0.6,0.6 0 0.8, 0.8 0 1
          0 0 0.2,0.2 0 0.4,0.4 0 0.6,0.6 0 0.8, 0.8 0 1
          0 0 0.2,0.2 0 0.4,0.4 0 0.6,0.6 0 0.8, 0.8 0 1
          0 0 0.2,0.2 0 0.4,0.4 0 0.6,0.6 0 0.8, 0.8 0 1
        ]
      }
    }
  ]
}

```

Une fois le programme interprété par le visualiseur, le monde virtuel s'affiche à l'écran, en 3D; le point de vue se positionne à l'endroit prévu de la scène, et l'utilisateur est

alors libre de se déplacer dans ce monde (généralement à l'aide de la souris) et d'interagir avec les différents objets présents. Les "sensors" de proximité permettent de lancer une action lors du passage à proximité d'un objet, les "sensors" de touché permettent de déclencher, par exemple, avec un clique sur l'objet l'ouverture d'un autre monde virtuel.

La description graphique :

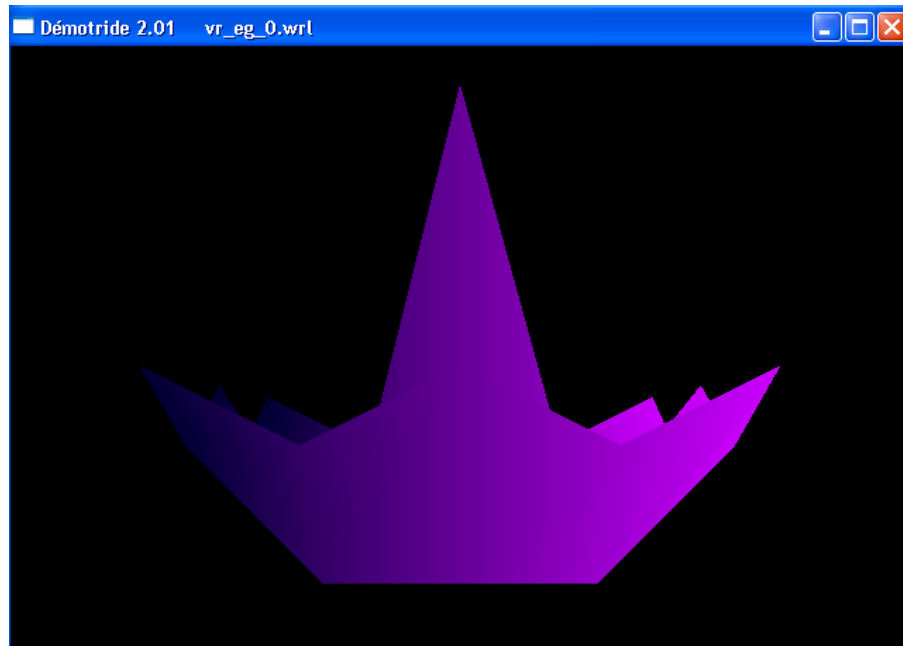


Figure 1 : exemple d'un objet sous forme VRML

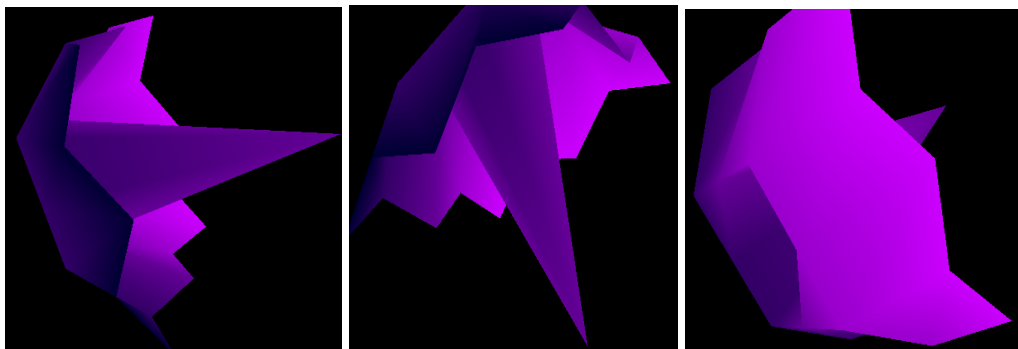


Figure 2 : Les différentes manipulations possibles sur l'objet

La figure 2 représente les résultats de différentes rotations de l'objet de la figure 1 sur le même fichier en utilisant la souris.

### Annexe III : Le partage de programme entre deux concepteurs

Exemple d'utilisation de l'outil NetMeeting entre deux concepteurs nommés Concepteur A et Concepteur B. Le Concepteur A veut utiliser l'outil Autocad qui n'est pas installé sur son ordinateur (poste1); donc il demande au Concepteur B de lui permettre d'utiliser Autocad installé sur son ordinateur (poste 2). Les étapes suivantes montre le partage de l'application : de la demande de communication jusqu'à la fin de la communication.

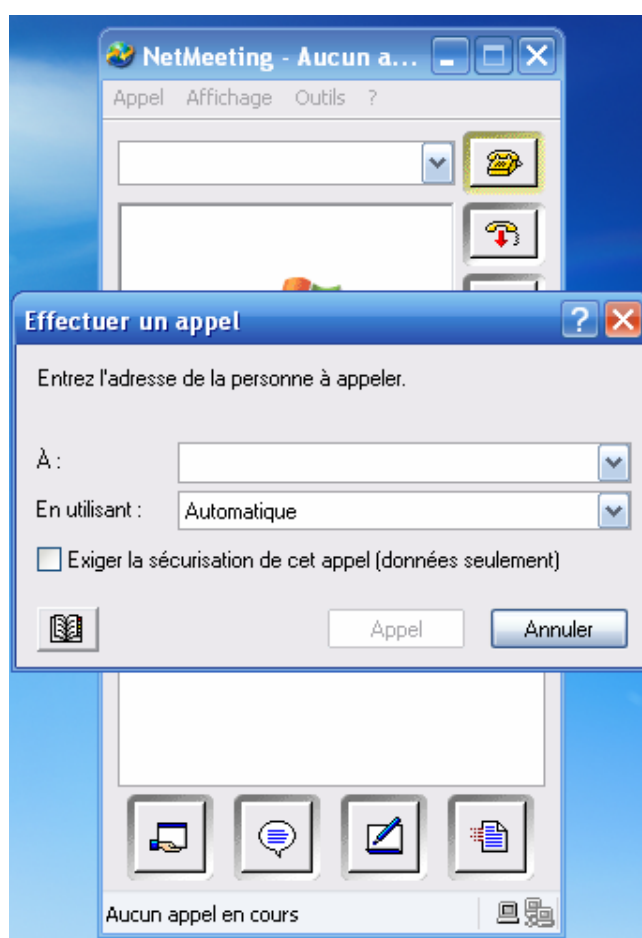


Figure 1 : Le Concepteur A demande de communiqué avec le Concepteur B

Le Concepteur A clique sur l'icône "Effectuer un appel" présentée par le téléphone en haut à droite pour demander la communication.



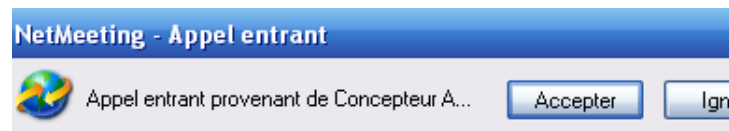


Figure 2 : Le Concepteur B reçoit la demande de communication

Le Concepteur B peut Accepter ou Ignorer la demande de communication. On suppose dans notre exemple que la demande est t'accepter.

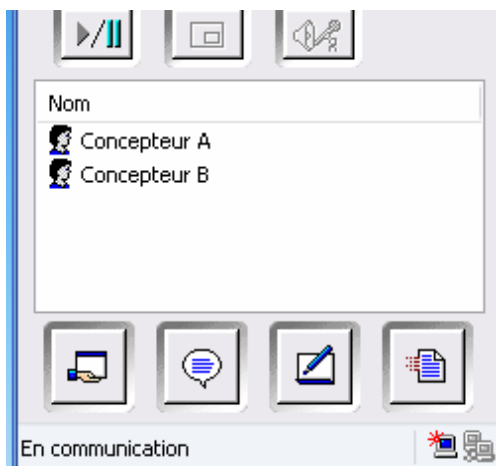


Figure 3 : Les noms des concepteurs A et B apparaît

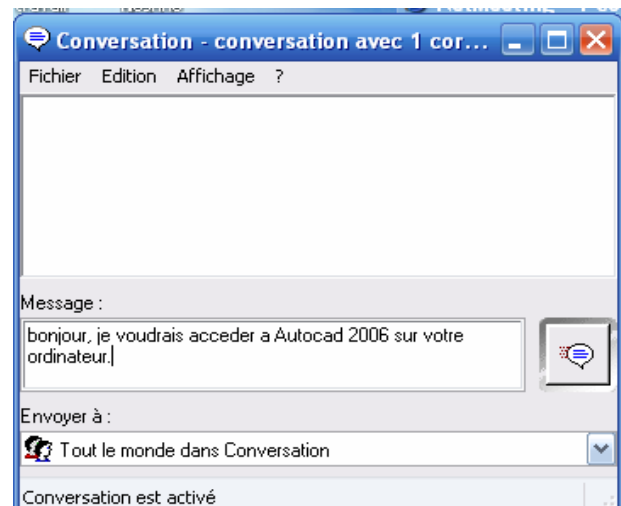


Figure 4 : Le Concepteur A envoi un message au Concepteur B pour demandé le partage

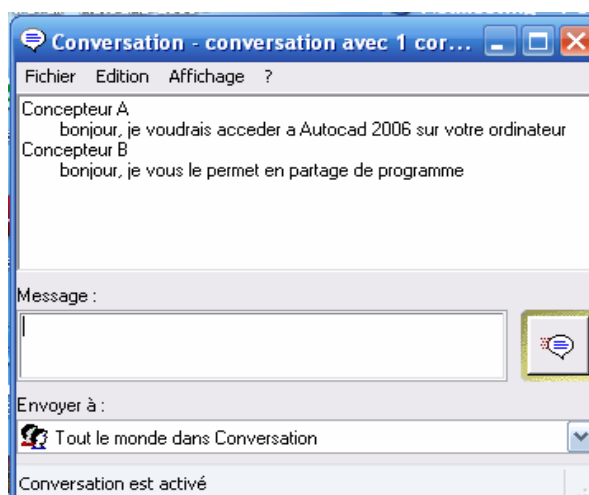


Figure 5 : Les Concepteurs A et B échantent les messages

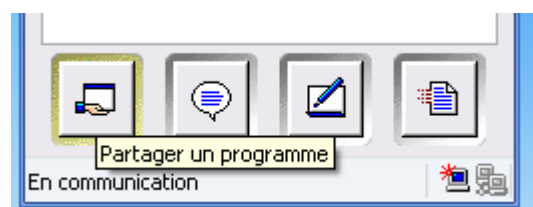


Figure 6 : Le Concepteur B accède au partage de programme

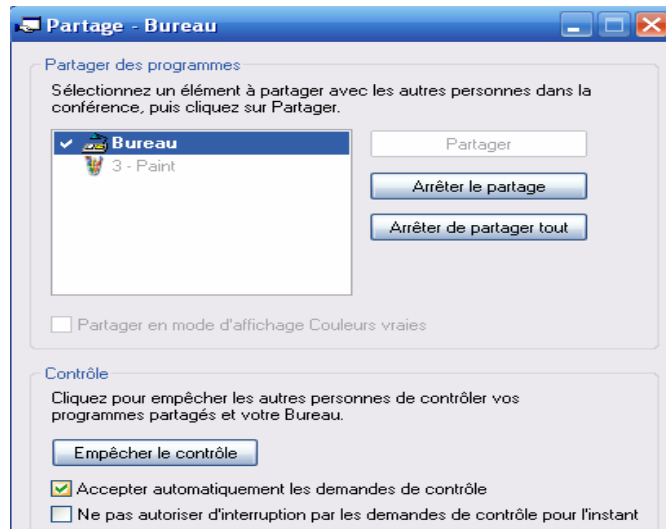


Figure 7 : Le Concepteur B permet au Concepteur A d'accéder à son propre Bureau et lui permet de demander le contrôle.

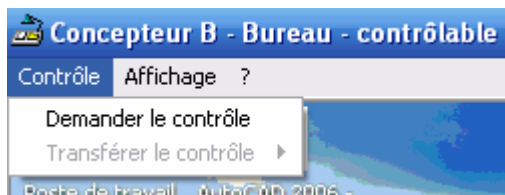


Figure 8 : le Concepteur A demande le Contrôle



Figure 9: Le Concepteur A a le contrôle

Dés que le Concepteur A a le contrôle; il peut exécuter l'outil Autocad installé sur le Bureau de Concepteur B.

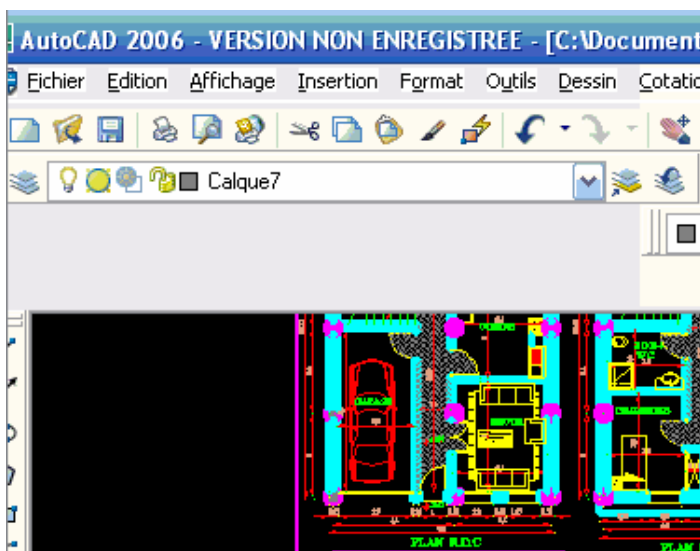


Figure 10 : Le Concepteur A travail avec Autocad

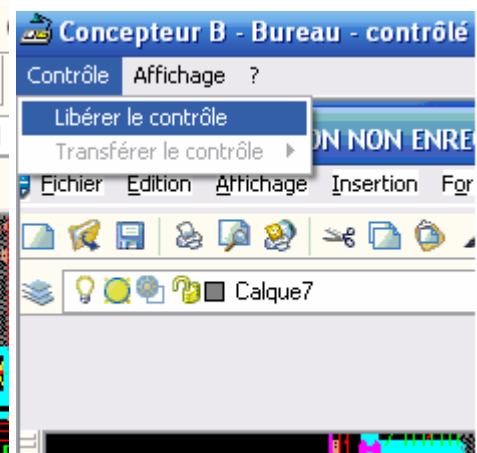


Figure 11 : Le Concepteur A libère le contrôle

Quand le Concepteur A termine, il libère le contrôle.

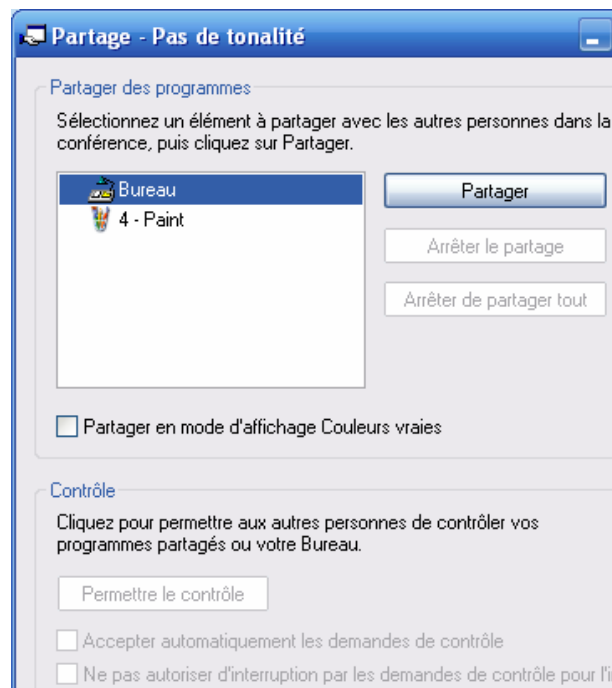


Figure 13 : Le Concepteur B peut a tous moment annuler le partage.