

# THESE DE DOCTORAT EN ARCHITECTURE

Samia BEN RAJEB

Laboratoire MAP – MAACC\*

Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Paris-La Villette  
Ecole Doctorale Ville, Transport, Territoire \_ Université Paris Est

---

## **Modélisation de la collaboration distante dans les pratiques de conception architecturale**

Caractérisation des opérations cognitives  
en conception collaborative instrumentée

---

*Sous la direction de :*

Pr. François Guéna (directeur)  
Caroline Lecourtois (co-directrice)

*Soutenance du 24 juillet 2012 composée du jury :*

Pierre Leclercq	Professeur à l'université de Liège	Rapporteur
Khaldoun Zreik	Professeur à l'université Paris 8	Rapporteur
Philippe Boudon	Professeur titulaire des écoles d'architecture – Paris La Villette	Examineur
Denis Morand	Maître assistant des écoles d'architecture 1 <sup>ière</sup> classe – Paris La Villette	Examineur

\* Le laboratoire ARIAM-LAREA a été nommé à partir du janvier 2012 MAACC (Modélisations pour l'Assistance à l'Activité Cognitive de la Conception). Il appartient désormais à l'UMR MAP 3495 (Modèles et simulations pour l'Architecture, l'urbanisme et le Patrimoine) - CNAM.



# SOMMAIRE

Remerciements

Résumé – Abstract

Introduction

## PARTIE I : Etat de l’art

Introduction Partie I

**Chap. 1** Etat de l’art de l’étude des activités collaboratives

**Chap. 2** Cas de pratiques de collaboration en agence

Conclusion Partie I

## PARTIE II : Méthodologies et expérimentations

Introduction Partie II

**Chap. 3** Méthodologies de recueil et d’analyse des données

**Chap. 4** Expérimentations et cas d’analyse

Conclusion Partie II

## PARTIE III : Résultats et applications possibles

Introduction Partie III

**Chap. 5** Résultats issus des analyses

**Chap. 6** Possibles assistances à la collaboration synchrone et distante

Conclusion Partie III

Conclusion et perspectives

Bibliographie

Liste des figures

Liste des tableaux

Table des matières

Annexes



# Remerciements

---

Tout comme l'intitulé de ce travail, cette recherche est le fruit de **collaborations scientifique, familiale et amicale**. C'est pourquoi il est important pour moi de remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à sa réalisation, de l'émergence des premières questions de recherche jusqu'à l'écriture et au dépôt de la thèse.

Je ne pourrai malheureusement pas citer toutes ces personnes pour leur l'aide inestimable mais je tiens à remercier d'abord Mon Professeur Philippe Boudon qui m'a donné l'envie de faire de la recherche, qui m'a toujours encouragé et qui a influencé ces travaux par les nombreux échanges que nous avons eus.

Je remercie aussi mes encadreurs, Professeur François Guéna (directeur de thèse) pour ses précieux conseils et Mme Caroline Lecoutois (co-directrice de thèse) pour m'avoir initiée à l'architecture appliquée et pour son sens critique.

Je remercie aussi les autres membres du jury de m'avoir fait l'honneur de participer à l'évaluation de mon travail et qui l'ont enrichi par leur expertise et leur savoir faire : Pr. Pierre Leclercq (Rapporteur et Professeur à l'Université de Liège), Pr. Khaldoun Zreik (Rapporteur et professeur à l'Université de Paris 8) et M. Denis Morand (Examineur et maître de conférences à l'Université Paris-Est).

Merci aussi aux différents chercheurs que j'ai eu le privilège de rencontrer au cours de divers séminaires et avec qui j'ai beaucoup échangé dont Professeur M. Légli, J.P. Goulette, G. De Paoli, G. Carrara, C. Deshayes, A. Ben Saci, G. Alain, I. Grudet, P. Nys, E et L.P. Untersteller. L'intérêt qu'ils ont porté à mon travail et le temps qu'ils m'ont offert pour me conseiller et me guider m'ont été d'un grand apport.

Je n'oublie pas aussi l'équipe du laboratoire dont je fais partie depuis 2007 : le MAP-MAAC, et particulièrement Aurélie, Anne-Sophie, Nazila et Thierry qui m'ont soutenue, conseillée, relue et encouragée sans compter. Je remercie les équipes de l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Paris La Villette qui m'ont outillée pour ce travail de recherche dont C. Lebrun, C. Peltier, L. Gaubert, M. Mendoza et J. Poupas, sans oublier bien évidemment N. Ajarrai qui a suivi mon parcours universitaire depuis mon arrivée en France et qui a toujours su me rassurer et m'encourager tout au long de mon cursus.

Merci à toute l'équipe du LUCID avec qui je collabore depuis plus de trois ans, particulièrement V. Delfosse et S. Safin pour leur soutien et leur bonne humeur. Merci aussi à l'équipe du LIMSI dont F. Darses et A. Nouailles-Mayeur qui m'ont initiée à l'ergonomie cognitive et qui m'ont prodigué divers conseils nécessaires à la bonne réalisation de ce travail de recherche.

Un grand merci à tous mes amis et proches pour leur aide inconditionnelle, leurs conseils, leurs encouragements, leurs réflexions, leur travail, leur humour et leur amitié (à tout épreuve). Je ne peux en citer que quelques uns car la liste est longue : Sébastien, Abderraouf, Others, Adem, Mourad, Florent, Hai, sans oublier la famille de mon époux, des plus jeunes au plus sages.

Merci à ma superbe équipe de relecteurs et de soutien moral: principalement mes parents, Selma, Sarah, Hatem, John K.W. et Aurélie, Alice et Lamia. Merci pour toute leur aide précieuse.

Merci à l'équipe de l'Agence d'architecture AIA (Architectes, Ingénieurs, Associés) qui m'a ouvert ses portes et m'a donné accès à toutes les informations nécessaires pour la bonne réalisation de ma recherche, et tout particulièrement à Jérôme Bataille.

Merci à ma famille, et surtout mes parents qui m'ont toujours soutenue sans compter et à qui je dois tellement. Une pensée particulière pour mes grands-parents, mes nièces et mon neveu.

Je conclus en dédiant ce travail à ma petite famille dont le principal acteur est mon époux Hatem BEJAR, merci pour tout ce que tu m'apportes.



# Titre de la thèse

---

Modélisation de la collaboration distante dans les pratiques de conception architecturale : Caractérisation des opérations cognitives en conception collaborative instrumentée.

## Résumé

---

Ce travail de recherche contribue à éclairer nos connaissances sur la conception architecturale collaborative distante. Il examine avec attention le processus de conception, ainsi que les échanges entre des concepteurs géographiquement séparés qui “collaborent” en temps réel dès les premières phases de conception d’un projet architectural. Il rend, par conséquent, compte de pratiques et d’usages de nouvelles technologies d’aide à la collaboration synchrone en conception architecturale.

Cette recherche, principalement architecturologique, s’appuie sur deux autres champs : le champ du Travail Collaboratif Assisté par Ordinateur (TCAO ou CSCW en anglais) et celui de l’ergonomie cognitive. Son objectif est de souligner les opérations cognitives constitutives de la conception architecturale collaborative et de produire des connaissances tant théoriques que techniques pouvant servir aussi de recommandations pour l’assistance à la collaboration distante en conception architecturale.

Dans ce cadre, diverses données relatives à la conception architecturale collaborative distante ont été analysées. Des enquêtes ont été menées dans des agences d’envergure pour identifier les pratiques actuelles et diverses observations *in situ*, longitudinales et/ou expérimentales, ont été effectuées. Ces observations ont été réalisées sur les usages d’un système informatique de conception collaborative à distance particulier : le Studio Digital Collaboratif (SDC) développé par le LUCID-ULg. Ce système permet, à des acteurs distants, de partager et d’annoter en temps réel des documents graphiques et des échanges verbaux.

Les analyses de ces observations ont été produites à partir de la méthode développée en Architecturologie Appliquée et enrichie, dans le cadre de nos études, par d’autres méthodes issues du champ de l’ergonomie cognitive. C’est là que réside notre premier apport théorique. Ces méthodes consistent à utiliser les concepts architecturologiques en tant que grille de lecture mais pour analyser des séquences de conception et de collaboration évoluant dans le temps. D’un point de vue pratique, il s’agit de repérer, au sein des enregistrements, les opérations de conception mises en œuvre à plusieurs, à partir de l’analyse simultanée de verbalisation et des traces effectuées sur les documents partagés.

Ces analyses architecturologiques ont abouti à deux types de résultats : théoriques et appliqués.

Une modélisation théorique de la collaboration distante en conception architecturale est d’abord présentée à partir de l’identification des différentes opérations cognitives spécifiques à la conception architecturale collaborative distante dont 1/ les opérations élémentaires de la conception architecturale (*découpage, dimensionnement, référencement etc.*), 2/ les opérations pragmatiques de la collaboration (*interprétation, mise en commun, prise de décision, évaluation, autonomisation etc.*) et, 3/ les opérations pragmatiques d’usage de l’outil (*appropriation, dimensionnement, positionnement, construction de règles d’usage, etc.*).

Ces résultats sur les opérations de la conception architecturale collaborative distante sont ensuite exploités en fin de thèse pour proposer une trame d’évaluation d’outils, ainsi que des spécifications pour le développement de nouvelles fonctionnalités informatiques liées plus spécifiquement au SDC.

## Mots clés :

Conception Architecturale Collaborative Distante, Architecturologie, Travail Collaboratif Assisté par Ordinateur, Ergonomie cognitive, Interface Homme-Machine, Opérations cognitives.



# Title of thesis

---

Remote collaboration modeling in the architectural conception: Cognitive operations in collaborative design using tools.

## Abstract

---

The topic of this research is the architectural design collaborative remote. We study the communication between geographically separated designers who "collaborate" in real-time from the early design phases of an architectural project. These collaborative situations differ from those called cooperatives because they take place exclusively synchronously, allowing players to negotiate, discuss and share real-time.

During this work, experiments in architectural offices and laboratories with practitioners show the need to use new technologies to help improve collaboration and synchronous remote. This architecturological research relies on two fields: Computer Supported Cooperative Work (CSCW ) and Cognitive Ergonomics. The aim is double: 1/ pointing the cognitive components of collaborative architectural design and 2/ producing knowledge that can serve as recommendations for assistance to remote collaboration in architectural design.

In this context, various experiments, either made by architects in situ or artificially recreated in the laboratory, have been conducted on the use of a remote collaborative design: the Collaborative Digital Studio (CDS) developed by LUCID-ULg. This digital system allows players to remote, share and annotate documents in real time graphics. The collected data have been analysed using architecturological concepts as reading grid to identify operations of collaborative design in recorded sequences from traces made on shared documents and audio chats.

These architecturological analyses allow to identify different cognitive operations, specific to these situations of collaborative architectural design including a remote: 1/ design basic operations (cutting, sizing, benchmarking etc.), 2/ operations of pragmatic collaboration (interpreting, sharing, taking decision, evaluation, empowerment etc.) and 3/ pragmatic operations uses of the tool (ownership, size, positioning, construction of using rules, etc.).

The results of the operations of the remote collaborative architectural design are finally used to provide a frame of evaluation tools and specifications of new features for future tools.

### Keywords :

Remote architectural collaborative design, Architecturology, Computer Supported Cooperative Work, Cognitive ergonomics, Human-Machine Interface, Cognitive operations.



# Introduction

- 
- 1/ L'activité collective en conception architecturale
  - 2/ Cadre de la thèse
  - 3/ Objectifs de la thèse
  - 4/ Structure de la thèse
  - 5/ Notes aux lecteurs
  - 6/ Précisions terminologiques



# Introduction

## L'activité collective en conception architecturale

La conception architecturale est une activité complexe qui intègre différents domaines de compétence tels que l'ingénierie, l'écologie, l'ergonomie ou la sociologie, et cela dès les premières phases de conception (Hubers, 2009). Elle évolue dans un cadre réglementaire de plus en plus coercitif. Depuis les années 90, plusieurs recherches ont montré que le projet est rarement mené par un seul individu (Visser, 2002).

Confrontés à la concurrence, aux courts délais de rendu et aux exigences qualitatives et réglementaires de plus en plus complexes et difficiles, les agences d'architecture innovent en matière de démarches interdisciplinaires associant diverses compétences nécessaires à la réalisation du projet (Farel, 1995 ; Bucciarelli, 2002).

De nos jours, l'architecte ne travaille plus seul mais avec des ingénieurs, des paysagistes, des designers, des économistes, *etc.*, avec qui il collabore. Le projet est donc devenu collectif, réunissant des connaissances et des compétences diverses, s'impliquant dès les premières phases de la conception du projet.

Plusieurs chercheurs se sont intéressés à la conception architecturale à plusieurs et à distance et ont proposé des outils pour faciliter le partage et la communication (Mitchell, 1992 ; Maher, 1993 ; Maher *et al.*, 2010). Depuis le développement d'Internet, de nouvelles technologies ont été conçues, issues du domaine scientifique appelé Travail Collaboratif Assisté par Ordinateur.

La plupart de ces outils ont pour visée d'assister la coopération des acteurs d'un projet en facilitant les échanges asynchrones et à distance<sup>1</sup>. Ils ne sont cependant utilisés que lorsque le projet est suffisamment avancé. La phase d'esquisse, durant laquelle les choix de conception les plus importants sont faits, reste peu instrumentée du point de vue de la collaboration. Se réunir malgré la distance et échanger en temps réel est pourtant une nécessité au démarrage de l'activité de conception d'un projet architectural.

Cette thèse propose d'étudier de manière précise la conception architecturale collaborative à distance en phase d'esquisse, en vue de construire des recommandations pour le développement d'outils appropriés à cette activité.

---

<sup>1</sup> Ces outils (appelés généralement collecticiels ou groupeware) restent peu utilisés dans la pratique professionnelle parce qu'ils semblent inadaptés à l'activité créative de la conception architecturale (Jiménez, 2010). Même les systèmes fondés sur le partage et l'échange de données, appelés « Building Information Modeling » ou « BIM », sont orientés pour des phases plutôt avancées du projet.

## Cadre de la thèse

Notre travail réunit trois champs de recherche : le *Travail Collaboratif Assisté par Ordinateur* (TCAO ou CSCW en anglais) (Grudin, 1994), l'ergonomie cognitive (Darses *et al.*, 2004 c) et *l'architecturologie appliquée* (Lecourtois, 2011 b).

Dans ce cadre, il s'agit d'étudier des situations de **collaboration** entre différents concepteurs qui conçoivent ensemble, à **distance** et de manière **synchrone**, l'**esquisse** d'un projet architectural.

Plus précisément nous nous préoccupons des activités qui permettent aux acteurs de négocier, échanger, partager et annoter des documents en temps réel en vue de la conception d'un projet en phase esquisse. C'est ce qui, pour nous, différencie les activités de coopération des activités de conception collaborative qui se déroulent nécessairement de manière synchrone.

Notre recherche est fondée sur deux hypothèses. La première hypothèse consiste à penser qu'il est possible d'explicitier la conception architecturale collaborative à distance à partir des opérations cognitives mises en jeu au cours du processus de conception. La deuxième hypothèse est de croire que cette explicitation en termes d'opérations permet de spécifier et de mettre au point des dispositifs, outils et/ou méthodes adaptés à cette situation de conception.

Notre travail s'est déroulé en partie dans le cadre de la recherche CoCréA, financée par l'Agence Nationale de la Recherche (Décision n°ANR-08-CREA-030-20, Programme : « Création : acteurs, objets, contextes). Cette recherche portait sur la construction de nouvelles connaissances sur la collaboration créative en architecture. Cette recherche de trois ans a démarré en 2008. Elle rassemblait trois points de vue scientifiques complémentaires :

- l'ergonomie cognitive, portée par le laboratoire Limsi-Cnrs de l'université Paris-Sud,
- l'architecturologie<sup>2</sup>, portée par le laboratoire Ariam-Larea de l'ENSA Paris la Villette (mon laboratoire d'accueil),
- l'ingénierie de conception, portée par le laboratoire LUCID-ULg de l'Université de Liège.

La recherche CoCréA interrogeait les pratiques de collaboration en architecture contemporaine et leurs outils de partage, ainsi que les implications des instruments de la collaboration synchrone distante en conception architecturale.

Mon travail s'est également appuyé sur une autre recherche, menée parallèlement par mon laboratoire d'accueil. Il s'agissait d'une recherche financée par une agence d'architecture privée et qui portait sur la spécification d'un système du type Web 2.0,

---

<sup>2</sup> L'architecturologie est une discipline initiée par Boudon (Boudon, 1978 ; 2009 ; Boudon *et al.*, 1997 ; 2001) depuis les années 70, développé au laboratoire LAREA jusqu'en 2005, puis au laboratoire ARIAM-LAREA (depuis 2005) sous la direction de Lecourtois (Lecourtois, 2005 ; 2006 ; 2011 c).

adapté aux fonctionnements collaboratifs de cette agence. L'objectif de ce système était de faciliter les échanges entre les membres de l'agence situés sur sites géographiquement séparés. Cette recherche de 15 mois a démarré en décembre 2010 et interrogeait les pratiques de collaboration de l'agence mandataire, ainsi que leurs outils de partage et de communication.

Ces deux recherches, auxquelles j'ai participé, m'ont permis de construire différentes expérimentations et d'investiguer le contexte professionnel sur lequel sont fondés les objectifs de mon travail de thèse.

## Objectifs de la thèse

Ce travail poursuit différents objectifs complémentaires :

- Un premier objectif fondamental, dans le champ de la cognition, vise à mieux comprendre le processus de conception dans des situations de collaboration distante, synchrone et donc outillée. Il s'agit de produire de nouvelles connaissances sur l'activité de la conception architecturale dite collaborative. En termes d'opérations cognitives, ce travail s'intéresse à l'activité réelle de collaboration dans les agences d'architecture ou avec des professionnels de la conception ;
- Un deuxième objectif fondamental architecturologique vise à produire des connaissances sur les opérations de la conception collaborative, en appliquant des méthodes de l'analyse architecturologique appliquée (Lecourtois, 2005 ; 2010 a ; Lecourtois *et al.*, 2007) à des données issues d'expérimentations et d'observations. Ce travail conduit à proposer un procédé de description de l'activité cognitive de conception architecturale issue d'un contexte expérimental faisant intervenir plusieurs acteurs.
- Un troisième objectif fondamental, situé dans le domaine de l'interaction homme-machine et de la TCAO, vise à comprendre les impacts des nouveaux outils d'aide à la collaboration distante et synchrone dans le travail de conception.
- Un objectif appliqué vise à proposer des recommandations pour des assistances possibles à la collaboration synchrone distante en conception architecturale, ainsi qu'une trame permettant à des développeurs informaticiens d'évaluer certaines fonctionnalités d'outils en vue de les améliorer.

## Structure de la thèse

Ce travail de thèse se compose de trois parties :

- La première partie positionne notre problématique relativement à deux états de l'art : l'un concerne les approches cognitives et les instrumentations développées sur les activités collectives en général, et sur les collaborations synchrones en particulier, l'autre concerne les pratiques collaboratives et distantes en agences d'architecture ainsi que leurs outils d'assistance. Ces deux états de l'art permettent de mettre en

évidence les intérêts mais aussi les lacunes de certains outils actuellement disponibles sur le marché. Ils montrent également le décalage entre les pratiques professionnelles et les outils commercialisés ou développés (dans la recherche) pour assister la conception architecturale collaborative distante.

- La deuxième partie présente les différentes expérimentations mises en place dans le cadre de notre étude : l'une en agence, l'autre en laboratoire. Cette partie expose le cadre méthodologique et scientifique de nos analyses. Deux exemples sont plus particulièrement analysés en vue d'illustrer notre méthode et d'introduire nos résultats.

- La troisième partie présente l'ensemble des résultats de la recherche qui soulignent les différentes opérations cognitives impliquées dans ces situations de conception architecturale collaborative distante. Ces opérations cognitives permettent de définir des préconisations pour la définition d'assistances informatiques possibles à la conception architecturale collaborative synchrone et distante.

Des conclusions générales et des perspectives résument les contributions et les limites de ce travail et ouvrent sur des prolongements possibles.

## Notes aux lecteurs

Pour faciliter la lecture de ce travail, trois possibilités sont proposées.

Une première lecture rapide du texte est permise par des résumés exposés à la fin de chaque chapitre, ainsi que des introductions et des conclusions spécifiques à chaque partie. Le lecteur peut ainsi avoir rapidement une vision globale du contenu de cette recherche.

Une deuxième lecture plus approfondie est prévue à partir de textes exposant nos études, nos analyses et nos résultats importants.

Une troisième lecture plus spécifique est possible par l'exposition de cas, d'exemples et d'analyses architecturologiques. Les exemples seront présentés dans un cadre sous cette forme :

<p><u>Notes au lecteur :</u></p> <p>EXP : abréviation désignant les expérimentations</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Numéro de l'expérimentation / en laboratoire ou <i>in situ</i>; Date de l'expérimentation</li><li>- Nom du projet</li><li>- Moment de recueil de l'échange extrait de l'expérimentation</li><li>- Situation dans laquelle se déroule l'échange extrait de l'expérimentation</li><li>- Echelles architecturologiques partagées et mises en jeu dans cet échange</li></ul> <p>Les parties colorées de l'échange sont relatives aux échelles architecturologiques correspondant aux mêmes couleurs.</p>
---

→ Certains exemples sont commentés à la suite de cet encadré afin de mieux illustrer nos résultats. Cette partie du texte, intègre ainsi nos analyses architecturologiques.

L'objectif de cette démarche est de permettre à un lecteur non initié à l'*Architecturologie* de saisir rapidement les mécanismes mentaux significatifs et spécifiques à la conception architecturale en collaboration distante.

## Précisions terminologiques

Pour faciliter la compréhension du texte, nous précisons certains termes qui sont récurrents tout au long de la thèse.

**Acteur** : toute personne jouant un rôle dans la conception et son processus. Par exemple, un maître d'ouvrage est considéré comme un acteur mais non un concepteur, car il n'intervient pas directement dans la conception et les *mesures* mêmes du projet architectural comme pourrait l'être un architecte.

**Concepteur** : un des acteurs de la conception, généralement l'architecte en est le chef de projet, appelé communément maître d'œuvre. Il participe directement dans les choix de *mesures* de l'objet architectural. Dans ce sens, un paysagiste, un ingénieur, un urbaniste sont aussi considérés comme des concepteurs s'ils ont un rôle actif dans les choix qui concernent le projet, sa forme, son aménagement, son organisation, *etc.*

**Collaborateur** : terme utilisé pour désigner l'acteur qui collabore avec le concepteur. Il est lui-même concepteur mais n'implique pas nécessairement qu'il soit issu de la même formation ou qu'il ait la même expertise que son collaborateur/concepteur. Un architecte et un ingénieur peuvent être deux collaborateurs qui travaillent sur une même tâche de conception du projet.

**Activité** : ensemble d'actions (individuelles ou collectives) en chaîne comportant des opérations emmenant à la transformation d'un objet, au cours d'un processus formé d'un certain nombre de phases et d'étapes.

**Processus** : ensemble d'activités corrélées induisant la transformation du modèle d'un état initial à un état recherché.

**Activités collectives** : activités impliquant l'intervention de plusieurs acteurs ayant des langages, des règles, des objectifs et des contraintes données pour la réalisation d'un même projet. Nous prenons ce terme dans son sens le plus général, c'est-à-dire qu'une activité dite *collaborative* est une des formes que peut prendre l'activité collective. Les *activités collaboratives* induisent nécessairement la réalisation d'un même projet mais aussi des actions de différents acteurs autour d'une même tâche.

**Collaboration** : activité que nous distinguons de la *coopération* et que nous tendons à préciser, définir et spécifier par ce travail de recherche. La *collaboration* impliquerait l'intervention de plusieurs acteurs pour un même objectif et sur une même tâche. La *coopération*, quant à elle, fait intervenir différents acteurs toujours pour un même objectif mais pas nécessairement sur les mêmes tâches, chaque acteur pouvant avoir une tâche qui lui est propre relativement à ses expériences, connaissances, références, expertises *etc.* Ici *collaboration* et *coopération* sont deux formes d'activité collective.

**Activité collaborative de conception** : activité impliquant des concepteurs qui collaborent autour d'un même projet et travaillant sur la même tâche, à différencier de l'*activité coopérative de conception*.

# **Modélisation de la collaboration distante dans les pratiques de conception architecturale**

## Partie I

# Etat de l'art

Introduction

### **Chap 1 : Etat de l'art de l'étude des activités collaboratives**

- 1.1 / Approches cognitives des activités collaboratives
- 1.2 / Instrumentation des activités collaboratives
- 1.3 / Conclusion : Etat de l'art des connaissances

### **Chap 2 : Cas de pratiques de collaboration en agences architecture**

- 2.1 / Enquêtes sur des cas de pratiques actuelles en agences
- 2.2 / Observation approfondie d'une pratique : le cas de l'agence AIA
- 2.3 / Conclusion : Observations de cas de pratiques collaboratives en agences

Conclusion



# Etat de l'art

## Introduction de la partie I

Cette première partie de la thèse expose deux états de l'art : l'un concerne les connaissances d'ores et déjà construites sur les activités collaboratives en conception architecturale, l'autre concerne les pratiques collaboratives distantes dans les agences d'architecture. Cet état de l'art permet, dans un premier temps, d'éclairer les différents points de vue et approches cognitives qui traitent la question de la collaboration et dont l'objectif est de proposer des méthodes ou des outils en vue de faciliter le travail à plusieurs et à distance. Il se focalise, dans un deuxième temps, sur l'état actuel des pratiques collaboratives à distance.

Des enquêtes dans des agences d'architecture ont été réalisées pour comprendre les spécificités de ces activités collaboratives. L'observation d'une agence d'architecture pluridisciplinaire et multi-sites permet d'identifier les outils, les moyens et procédures d'échange mis en place pour la gestion de la distance et du travail en groupe en phase préliminaire de conception.

Ainsi, deux chapitres composent cette partie :

- Le premier chapitre concerne une étude bibliographique des approches cognitives et des outils d'assistance développés pour la collaboration en conception architecturale synchrone et à distance ;
- Le deuxième chapitre se focalise sur les pratiques collaboratives. Il est formé d'études, d'enquêtes et d'observations réalisées sur des activités réelles dans des agences d'architecture ;

Cette partie s'achève par une discussion sur l'ensemble des travaux, observations et études réalisées autour de la question de ces assistances informatiques pour la conception architecturale collaborative.



# Chapitre 1

## Etat de l'art de l'étude des activités collaboratives

### Sommaire

---

<b>1.1</b>	<b>Approches cognitives des activités collaboratives .....</b>	<b>25</b>
1.1.1	Les activités collectives en conception architecturale.....	25
1.1.2	Focus sur le cadre de l'étude .....	35
1.1.3	Place des échanges dans les activités collaboratives distantes en conception architecturale.....	46
1.1.4	Synthèse.....	55
<b>1.2</b>	<b>Instrumentation des activités collaboratives.....</b>	<b>56</b>
1.2.1	Méthodes d'organisation des activités collaboratives en conception.....	56
1.2.2	Outils d'assistance à l'activité collaborative en conception.....	60
1.2.3	Synthèse.....	75

---

Ce chapitre rend compte des différentes connaissances produites sur l'activité de la conception architecturale collaborative. Il a pour objectif, d'une part, de situer nos questions de recherche relativement aux autres champs, d'autre part de préciser les différents outils et dispositifs de travail collaboratif développés par la recherche et mis en place dans certaines pratiques. Il est constitué de trois sections.

La première (1.1) porte sur les connaissances établies par le milieu de la recherche (dans le champ de l'ergonomie, de la sociologie ou de la psychologie) à propos de l'activité collaborative en conception architecturale. Cette section aborde dans un premier temps différentes formes d'activité collective en conception (1.1.1) afin de situer notre étude (1.1.2). Il présente par la suite la place que prennent les échanges graphiques et oraux dans le cadre de ces formes d'activité collective en conception (1.1.3) et une synthèse sur les différentes approches cognitives utiles à cette recherche (1.1.4).

La deuxième section (1.2) établit un état de l'art sur les instrumentations mises en place dans le cadre de ces formes d'activité collective en conception. Y sont présentées les différentes méthodes d'approche développées pour la gestion du travail collaboratif et la communication (1.2.1) et les différents outils informatiques développés dans le secteur de la recherche ou commercialisés pour assister la collaboration (section 1.2.2).

Enfin, la section 1.3 présente un bilan de ce premier état de l'art sur l'activité même de la conception architecturale en situation de collaboration distante et outillée.





## 1.1 Approches cognitives des activités collaboratives

---

### 1.1.1 / Activités collectives en conception architecturale

- ✓ 1.1.1.1 / Concepts relatifs à l'activité collective
  - Synchronisation cognitive et synchronisation temporo-opératoire
  - Conscience mutuelle
  - Référentiel commun
- ✓ 1.1.1.4 / Typologies des activités collectives
  - Typologie relative aux acteurs
  - Typologie relative à l'objet, type d'échange et outils de l'activité
  - Typologie relative à l'espace et au temps des interactions

### 1.1.2 / Focus sur le cadre de l'étude

- ✓ 1.1.2.1 / Entre activité participative, coopérative ou collaborative
- ✓ 1.1.2.2 / Différentes modélisations de l'activité de collaboration en conception

### 1.1.3 / Place des échanges dans les activités collaboratives distantes en conception architecturale

- ✓ 1.1.3.1 / Importance des communications verbales
- ✓ 1.1.3.2 / Rôle des représentations graphiques
- ✓ 1.1.3.3 / Cas des annotations

### 1.1.4 / Synthèse

---

#### 1.1.1 Les activités collectives en conception architecturale

Un projet architectural dépend, de manière générale, d'un contexte temporel, géographique, politique et économique. Il doit répondre à un programme et tenir compte d'un certain nombre de paramètres techniques, sociaux, ergonomiques, *etc.*

Ces particularités rendent l'activité de conception complexe (Bucciarelli, 1988 ; Minneman, 1991 ; Larsson, 2005) et imposent de la penser collectivement en termes de compétences (Cross *et al.*, 1995 ; Jeantet *et al.*, 1998 ; Bucciarelli, 2002).

Ainsi l'activité de conception combinerait autant des activités collectives que des activités individuelles entre différents experts (Pahl *et al.*, 1999). Il ne s'agit pas simplement d'assembler des points de vue. Elle résulte de l'interaction entre les différentes composantes du projet -dont le caractère est subjectif- (Pousin *et al.*, 1986) et du consensus établi entre l'ensemble des acteurs participant à la conception du projet architectural.

Cette activité collective imposerait par ailleurs le recours à des instruments de partage sans quoi elle ne pourrait être (Dodier, 1993 ; Boujut, 2000). Ces instruments de partage visent à faciliter les échanges. Ces échanges sont importants pour la construction de ce qui est désigné en ergonomie cognitive par « synchronisation cognitive », « synchronisation temporo-opératoire », « conscience mutuelle » ou en encore « référentiel opératif commun ». Tous ces concepts, d'ores et déjà définis dans le champ de l'ergonomie cognitive, constituent « *l'épine dorsale de la résolution collective d'un problème de conception* » (Darses, 2004). La partie

qui suit les introduit. Elle est suivie d'une présentation des différentes typologies des activités collectives construites relativement à 1/ l'identité des acteurs, 2/ l'objet de collaboration et 3/ aux moyens (espace et temps) des interactions.

Toutes ces typologies et ces concepts mis en avant - grâce aux recherches en ergonomie cognitive, en psychologie mais aussi en ethnographie et sociologie - aident à la compréhension des mécanismes complexes qui régissent l'activité collective. Ils permettent de mieux situer notre travail de recherche relativement à la spécificité de la situation que nous étudions ici : la conception architecturale collaborative à distance.

### 1.1.1.1 Concepts relatifs à l'activité collective

#### ✓ Synchronisation cognitive et synchronisation temporo-opératoire

En situation de conception collaborative, les concepteurs se réunissent, réfléchissent ensemble sur les directions à prendre et sur les choix importants qui concernent le projet. Ils peuvent organiser leurs tâches de différentes manières. Par exemple, ils peuvent se partager certaines d'entre elles pour les réaliser individuellement. Les réunions permettent par la suite de recadrer le travail et de soulever les incompréhensions de chacun. Elles participent à la mutualisation du travail et des connaissances de chacun. Cette mutualisation est importante, elle permet aux différents collaborateurs de cerner leur rôle relativement à leur tâche (Valkenburg, 1998).

Diverses recherches ont été menées sur cette mutualisation des connaissances en vue d'en expliciter les mécanismes. Ces recherches sur la construction de connaissances mutuelles entre les acteurs concernent les mécanismes de *synchronisation* (Darses, 2004) ou du « *partage de la compréhension* » (Dong, 2005). Elles montrent que ces réunions permettent de définir des objectifs, des processus et le contexte du projet architectural, en améliorant l'efficacité des acteurs de la conception (D'Astous *et al.*, 2004 ; Guibert, 2004 ; Ruiz-Dominguez, 2005).

Falzon et Darses (1996) distinguent deux modes de synchronisation : une *synchronisation cognitive* (Falzon *et al.*, 1996, p. 305) relative à la construction d'un contexte de connaissances partagées et une *synchronisation temporo-opératoire* (Falzon *et al.*, 1996, p. 306) relative à la répartition des tâches entre les différents collaborateurs. Dans les deux cas, cette synchronisation ne se concrétise que par la définition conjointe des objets à traiter et des tâches à réaliser, visant à construire une connaissance mutuelle et une *référence opératoire commune* (Falzon, 1994 ; Darses *et al.*, 1996 ; Darses, 1997 ; 2001). Falzon (1994) a montré dans son étude sur les activités collectives que ce partage des connaissances facilite le dialogue entre les collaborateurs.

Hatchuel (1996) parle d'« *apprentissage croisé* » permis par des échanges continus entre les acteurs participant à la structure dynamique du groupe et à sa

coordination.

« *L'apprentissage croisé un modèle enrichi de l'action collective dans lequel l'action de chaque acteur dépend à la fois de son propre apprentissage et de celui des autres* " (Hatchuel, 1996, p. 104).

Cet apprentissage détermine la dynamique des savoirs mais aussi la dynamique des relations entre ces acteurs. L'auteur définit, dans ce cadre, deux types de savoir : 1/ un *savoir-comprendre* permettant d'identifier une situation donnée ou un problème étudié et ; 2/ un *savoir-combiner* permettant de croiser d'autres savoirs pour répondre à un problème ou une situation donnée.

Pour communiquer, les collaborateurs adaptent leurs discours, argumentent leurs points de vue, orientent leurs arguments et évaluent les propositions en fonction d'un langage prédéfini dans leur domaine et/ou formation (Darses, 2001 ; Martin *et al.*, 2002). La *synchronisation cognitive* dépend donc des données et connaissances à partager et de l'hétérogénéité des domaines de compétence des collaborateurs. Selon Darses et Falzon (1996), les concepteurs, *via* la critique et l'évaluation, émettent leurs avis sur ce qui est exposé et partage ainsi leurs points de vue ce qui participe à la *synchronisation cognitive* entre les collaborateurs.

Pour Darses, Détienne et Visser (2004), cette *synchronisation cognitive* est généralement nourrie par des moments d'évaluations mutuelles, de négociations et de réajustements des points de vue entre les concepteurs.

Par ailleurs, lorsque les tâches sont nouvelles ou non clairement réparties, la *synchronisation temporo-opératoire* (Falzon, 1994) joue un rôle très important pour la coordination de l'activité collective. En effet, elle assure la définition de ces tâches, leur planification et leur organisation relativement à l'objectif commun du groupe. Cette *synchronisation temporo-opératoire* peut être le résultat d'une négociation et/ou d'un consensus qui se concrétise à partir d'objets de coordination tels que le compte-rendu ou autre.

Nous notons donc la complémentarité de ces deux modes de synchronisation – *cognitive* et de *temporo-opératoire* – nécessaires aux activités collectives de conception.

#### ✓ **Conscience mutuelle**

Plusieurs informations et données définissent l'environnement des activités collectives. Chaque concepteur se construit une représentation mentale de cet environnement relativement à ses connaissances et références.

Cette représentation mentale oriente ses choix concernant le projet. Pour faciliter les échanges, cette représentation devrait, selon Ruiz-Dominguez (2005), intégrer les points de vue des autres collaborateurs dans la conception. Autrement dit, pour faciliter la communication, le groupe doit se construire une représentation commune de son environnement (Cottone *et al.*, 2003). Cette construction

commune est nommée *conscience mutuelle* (Cardon, 1997, p. 39) connue dans le domaine de la psychologie cognitive sous le concept d'*awareness* (Beaudouin-Lafon *et al.*, 1992, p. 172). Cette *conscience mutuelle* n'est pas figée et évolue tout au long du processus collectif pour faciliter les interactions (Salas *et al.*, 1995).

Dourish et Bellotti (1992) insistent sur l'importance pour les différents acteurs de la conscience de leur apport personnel dans l'activité de groupe. Selon ces auteurs, cet *awareness* est nécessaire pour assurer la communication entre les acteurs et la pertinence de leur contribution personnelle dans ce groupe.

Tollmar, Sandor et Schömer (1996) parlent quant à eux de *social awareness* en mettant l'accent sur la *conscience du groupe* dans les situations de travail collectif (Tollmar *et al.*, 1996, p. 298). Ces auteurs montrent qu'il est possible d'améliorer ce *social awareness* en fournissant aux collaborateurs un environnement de travail flexible.

Enfin, Carroll, Neale, Isenhour, Rosson et McCrickard (2003) distinguent trois formes d'*awareness* (Carroll *et al.*, 2003, p. 609):

- *Social awareness* : relatif à la conscience d'un contexte social de l'activité (Tollmar *et al.*, 1996);
- *Action awareness* : relatif à la conscience des tâches et contributions de chacun au sein du processus ;
- *Activity awareness* : relatif à l'activité de conception au sein du groupe.

Nous notons ici l'importance de la *conscience mutuelle* dans l'activité collective. Elle permet de confronter un contexte social aux tâches et contributions des concepteurs ainsi qu'à l'activité même de conception. Elle crée ainsi une situation qui puisse être partagée et mutualisée par le groupe. Nous verrons à partir de nos analyses comment la *conscience mutuelle* intervient au sein du processus de conception.

#### ✓ Référentiel opératif commun

L'implication des diverses compétences nécessite de prendre en compte la multiplicité des points de vue. Ces derniers dépendent des connaissances, des intérêts et des références de chacun des acteurs (Détienne *et al.*, 2005 ; Détienne, 2006 ;), de leur niveau de compréhension des détails du projet et du rôle qui leur est attribué (Martin *et al.*, 2001).

Pour Martin, Détienne et Lavigne (2001), le point de vue est une représentation personnelle qui dépend, d'une part, des références, connaissances et expertises particulières à chaque concepteur et, d'autre part, du projet à concevoir, ses contraintes et son contexte. Selon ces auteurs, intégrer les points de vue de chacun dans le projet est indispensable à la construction d'un choix commun. Ils peuvent prendre la forme d'évaluations analytiques (relativement à d'autres référents),

comparatives (relativement à différents choix proposés) ou analogiques (relativement à des situations vues précédemment dans d'autres contextes de conception).

Ainsi, différents types de points de vue sont à distinguer, qu'ils soient *partagés*, *spécifiques* à chacun ou bien *intégrés*, c'est-à-dire combinant des spécificités relatives à des domaines différents (Martin *et al.*, 2001). Le tableau suivant définit chacun de ces points de vue.

Typologie de point de vue	Spécificités
Les points de vue <i>partagés</i>	Données communes à l'ensemble du groupe
Les points de vue <i>spécifiques</i>	Relatifs à la spécialité et à l'expertise de chacun
Les points de vue <i>intégrés</i>	Relatifs à la combinaison et au partage de diverses données spécifiques aux différentes spécialités

Tableau 1 : Typologie des points de vue selon Martin *et al.* (2001)

Ces différents points de vue peuvent évoluer au cours de la conception selon les processus argumentatifs et de négociation du projet.

Selon Navarro (1991), en échangeant des points de vue, les concepteurs tendent à répondre, tout au long du processus, à des phénomènes de régulation des données transférées. Ces régulations sont dites *externes* lorsqu'elles sont liées aux conditions générales du travail. Elles sont dites *internes* lorsqu'elles sont spécifiques à chaque individu.

Ces phénomènes de régulation font converger le point de vue de chacun vers une vision commune. Ils permettent de construire un espace partagé de références. Cet espace est composé d'un certain nombre de connaissances et de références mises consciemment en commun pour une compréhension mutuelle des données.

Cet espace est appelé *référentiel opératif commun*. Ce *référentiel opératif commun* a été introduit par Terssac et Chabaud (Terssac *et al.*, 1990, p. 109) puis décrit sous différents concepts tels que : *common ground* (Clark *et al.*, 1991, p. 127), ou *image opérative collective* (Troussier, 1990, p. 118), ou, encore, *joint problem space* (Roschelle *et al.*, 1995, p. 230). Il est également appelé *représentation fonctionnelle commune aux opérateurs* (Leplat, 1993, p. 17).

Tous ces auteurs s'accordent pour dire que ce *référentiel opératif commun* participe à la synchronisation des tâches individuelles, des données à partager et des connaissances relatives au projet.

Selon Terssac et Chabaud (1990), ce *référentiel opératif commun* est essentiel à toute collaboration, il aide à la mise en commun de compétences spécifiques et contribue à l'acquisition de nouvelles compétences pour travailler à plusieurs.

Loiselet et Hoc (2001) insistent aussi sur le rôle central de ce *référentiel opératif commun* au sein d'un travail en groupe. Ils lui donnent un caractère fonctionnel, éphémère et transitoire. Il participerait, selon eux, à :

- l'élaboration d'un contexte partagé favorisant l'entente mutuelle et limitant les incompréhensions entre les concepteurs ;
- la représentation commune et partagée de l'objectif général par tous les acteurs ;
- la hiérarchisation des informations partagées par les collaborateurs pour la définition et la réalisation d'une tâche particulière.

Dillenbourg (1999) parle quant à lui de *mutual modelling* pour mettre l'accent sur le processus de construction de ce *référentiel opératif commun* et l'effort qu'il sollicite de la part des différents collaborateurs du projet (Dillenbourg, 1999, p. 9). Cette idée est partagée par Nova (2005) qui insiste sur l'effort produit par chacun face à la divergence de leurs connaissances, buts, considérations, croyances et compréhensions de la situation dans laquelle ils travaillent.

Selon Bonnardel (1999), l'acteur donne son point de vue personnel en prenant en compte et en y insérant aussi la proposition de l'autre relativement à plusieurs référents, aux différents points de vue, avec des niveaux d'abstraction plus ou moins importants.

Par ailleurs, Brennan (1998) parle d'effort de recherche d'indices pour assurer la compréhension mutuelle entre les concepteurs. A travers les échanges, chacun cherche des indices de compréhension tout en tendant à fournir ses propres indices à ses collaborateurs. Chaque concepteur devrait ainsi, selon cet auteur, s'assurer de la pertinence des indices qu'il communique aux autres. Cet effort participe donc à la construction d'un *référentiel opératif commun* entre les différents collaborateurs (Salas *et al.*, 1995).

Nous retenons ici que le *référentiel opératif commun* a une place centrale dans l'activité collective. Ce concept suppose une connaissance partagée du but du travail, de la structure du groupe, ainsi que des actions et rôles de chacun.

L'appropriation et le partage de ce *référentiel opératif commun* se font à partir de processus de négociation et de partage des connaissances, positions et avis propres à chacun (Beers *et al.*, 2006). Lors de ces processus, chacun tente de s'assurer de la compréhension de son point de vue par les autres (Roschelle *et al.*, 1995). Nous verrons dans nos analyses comment se déroule l'*ajustement de ce référentiel opératif commun* tout au long du processus de conception.

### 1.1.1.2 Typologies des activités collectives

L'activité collective a fait l'objet de différentes recherches. Généralement, elle s'oppose à l'activité individuelle et peut prendre plusieurs formes selon le champ dans lequel elle est questionnée. Pour définir ces différentes formes de l'activité collective, certaines recherches ont mis l'accent sur l'influence du nombre des acteurs et leurs relations hiérarchiques dans leurs activités. D'autres ont montré que ces activités collectives changent selon l'objet, le type d'échange et les outils utilisés par les acteurs pour

travailler à plusieurs. Une troisième typologie s'est aussi construite à partir de la temporalité et de la spatialité des échanges entre les différents collaborateurs au cours de ces activités.

#### ✓ Typologie relative aux acteurs

Une des typologies des activités collectives repose sur la spécification des relations sociales entre différents membres de l'équipe (Gloor, 2006 ; Breznitz, 2007).

Pour Bucciarelli (1988), qui a été un des premiers chercheurs à utiliser l'ethnographie pour analyser l'activité collective, celle-ci se développe à partir d'interactions sociales entre différents concepteurs. Selon ce point de vue, deux types d'activités collectives sont à distinguer : une *activité collective verticale* et une *activité collective horizontale*. L'*activité collective verticale* réunit par exemple un chef de projet et son dessinateur. L'*activité collective horizontale* quant à elle met en relation des architectes de même niveau hiérarchique qui travaillent conjointement à la conception d'un projet architectural. L'auteur montre que la nature des relations entre les acteurs n'est pas la même dans ces deux cas d'activités collectives.

Une autre typologie des activités collectives relative au nombre d'acteurs a été construite par Grudin (1994). L'auteur parle ici de *small group* ou *large group*. Ses travaux montrent que les performances des interactions entre les concepteurs ainsi que les prises de décision peuvent être influencées par le nombre d'acteurs participant (directement ou indirectement) à la conception. De même, Stasser et Taylor (1991) montrent que plus le nombre d'acteurs augmente, plus le temps de parole de chacun diminue lors de la réunion et plus le nombre de risques d'incompréhension et de mésententes s'accroît aussi.

Lors d'une étude comparative entre différentes situations de travail en groupe, Fay et Frese (2000) montrent par ailleurs qu'il y a moins de cohésion et que les concepteurs sont moins dynamiques en situation de *large group* qu'en situation de *small group*. En situation de *large group*, l'environnement est ouvert et il y a plus de possibilités de voir un acteur en remplacer un autre, à n'importe quel moment du travail collectif. Ces deux formes d'activités collectives impliquent des types d'interaction, des organisations du groupe et des coordinations différentes.

#### ✓ Typologie relative à l'objet, type d'échange et outils de l'activité

Kalay (2004) identifie deux sortes d'activité collective: l'une *technique*, relative aux échanges d'information sur le projet ou son contexte et, l'autre, *créative* relative aux échanges d'idées entre les concepteurs. Cette dernière permet d'enrichir et de stimuler la créativité.

De même, Metz, Renaut et Cassier (2006) montrent que l'activité collective est partagée entre des activités dites « itératives et créatives » et des activités de

coordination des tâches et de partage d'informations entre les concepteurs. Selon cette étude, le temps alloué à la *création* est moins important que celui qui concerne la coordination. Il est divisé entre l'exposition des données, la proposition de solutions et l'évaluation d'idées. Le temps alloué à la coordination est, quant à lui, divisé entre des temps de synchronisation des tâches, des activités de management, de coordination du projet et de communication et, des temps de recherche d'informations et de consultations informelles avec les experts.

Ainsi, l'activité collective peut être catégorisée selon des objectifs : 1/ objectif de création ou de conception d'un nouveau projet ; 2/ objectif de revue et de contrôle d'un projet ou objectif de mise au point.

Pour le premier objectif, l'activité collective se déroule généralement de manière organisée dans un cadre formel du type réunion préparée en amont. Pour le deuxième objectif, l'activité collective passe par des réunions spontanées du genre *brainstorming*.

Maier (2007) ainsi que Fish, Kraut, Root et Rice (1993) différencient l'activité collective selon le contexte des échanges dans lequel ils s'effectuent. Ces échanges sont dits *formels* lorsqu'ils sont planifiés et actés comme pourrait l'être une réunion organisée entre des collaborateurs selon un ordre du jour prédéfini. Les échanges sont dits *informels* lorsqu'ils se font de manière spontanée pour répondre à un besoin immédiat relatif aux intérêts du projet et/ou du groupe.

Yang, Wood et Cutkosky (2005) comme Subrahmanian, Konda, Levy, Reich, Westerberg et Monarch (1993) proposent de spécifier ces deux types d'échange selon les documents utilisés et mis à disposition des collaborateurs. En effet, pour des *échanges formels*, les concepteurs auraient plutôt tendance à bien préparer leurs documents qui prennent la forme de compte-rendus ou de dessins normalisés et modélisés *via* des outils de CAO. Pour des *échanges informels*, les concepteurs utiliseraient plutôt des notes personnelles ou des croquis qu'ils dessineraient sur place afin d'expliquer rapidement leurs points de vue et argumenter leurs choix.

Une autre classification de ces activités collectives existe relativement aux fonctions qu'assiste l'outil (Karsenty, 1994) : la production, la communication et/ou la coordination. Cette classification s'aligne sur le modèle appelé *trèfle fonctionnel* d'Ellis, Gibbs et Rein (1991), qui a été par la suite emprunté par Salber (1995), Tarpin-Bernard (1997) et David (2001), recouvrant la création et la réalisation de l'objet, les échanges d'informations et la répartition des tâches et des ressources entre les acteurs. Pour ces auteurs, chacune de ces fonctionnalités est importante dans l'activité collective et, c'est dans leur intersection qu'évolue l'activité (David, 2001).

De même, Soubie, Burato et Chabaud (1996) considèrent que les trois principales formes d'activité collective sont la *coopération*, la *coordination* et la *communication*, généralement indissociables. Dans ce sens, ils définissent la *coopération* comme l'activité de production conjointe des concepteurs pour un

objectif commun et, la *coordination* comme un *ajustement itératif des résultats* issus d'activités individuelles et améliorés par des « va et vient » entre ces activités. Bareigts (2000) rattache aussi la coordination à un aspect organisationnel des tâches et des ressources des différents concepteurs.

### ✓ Typologie relative à l'espace et au temps des interactions

Gaver (1992) distingue les activités collectives relativement à l'espace-temps dans lequel collaborent les concepteurs au cours d'un processus de conception. L'activité collective peut prendre la forme de réunions en co-présence (lorsqu'elles se déroulent dans un même espace de travail) ou à distance (lorsqu'elles « rassemblent » des concepteurs qui sont géographiquement délocalisés), synchrones (en temps réel) ou asynchrones (en temps différé).

Schmidt (1990) propose de caractériser l'activité collective selon ces mêmes critères : l'espace et le temps. Il montre que les acteurs qui sont géographiquement séparés sont limités dans leurs interactions par manque de disponibilité, de temps et d'outils facilitant la communication et les échanges. Dans des situations où les acteurs sont à proximité, les échanges se font de manière plus libre et spontanée. Par ailleurs, les tâches des acteurs peuvent être réalisées simultanément ou de manière différée.

#### ➤ L'activité collective relative à l'espace

Les réunions en co-présence, rassemblant plusieurs acteurs autour d'un projet, sont les situations les plus fréquentes dans le cadre des activités collectives. Olson et Olson (2000) montrent par exemple que cette situation particulière de l'activité collective favorise: 1/ la multi-modalité des échanges ; 2/ les réactions et retours d'information rapides entre les collaborateurs, 3/ l'accès aux informations de chacun (moyens de communication verbaux ou non), 4/ les échanges d'indices implicites et explicites issus de la situation, 5/ le partage de vécus en termes d'espace et de temps, 6/ les échanges informels rendus possibles avant, pendant et après les réunions, ainsi que 7/ le partage facile et rapide des références, *etc.*

Avec l'évolution des applications Web et des réseaux sociaux *via* le net, les apparitions d'activité collective se faisant à distance se multiplient. Plusieurs recherches ont donc visé à explorer les effets de la distance sur les activités collectives. Gronier et Sagot (2007) montrent par exemple que cette distance appauvrit les échanges dans les activités collectives. Cet appauvrissement est marqué par la généralisation des sujets traités qui concernent, généralement, plus des problèmes techniques et de coordination que des discussions et des négociations sur des choix touchant directement l'objet à concevoir.

D'autres recherches, en revanche, montrent que, du point de vue cognitif, il n'y a pas de grandes différences entre les activités collectives à distance et

celles en présence, même si l'organisation, la coordination et la gestion des interactions semblent plus importantes à distance qu'en présence (Détienne *et al.*, 2004 ;Tang *et al.*, 2010).

Dans les deux cas, à distance et en présence, les collaborateurs tendent à construire un *environnement de travail commun* pour élaborer, concevoir et/ou partager des informations et des données à plusieurs.

Cette notion d'*environnement commun* est courante dans les activités collectives, qu'elles soient mises en place à distance ou en présence. Dans le cas d'une activité collective de travail en présence, cet environnement commun se retrouve généralement dans un espace physique tel qu'une salle de réunion.

Une étude réalisée sur l'appropriation d'un espace pour le contrôle aérien, Suchman (1996) montre que l'agencement d'un environnement de travail commun (*shared workspace*) se construit au fur et à mesure des transformations réalisées entre les espaces personnels des acteurs, les espaces communs qui les réunissent et la jonction des deux. Il met ainsi en avant la relation entre l'individu et la situation dans laquelle il évolue. Même si Suchman prône dans son étude le rôle déterminant de la situation sur l'activité humaine (*cognition située*), ce que nous retenons ici, c'est ce rapport qu'entretient l'acteur avec son espace, ses outils et les autres acteurs qui l'entourent dans un environnement collaboratif distant.

Selon Chatty et Lecoanet (1996), quatre types d'espaces composent cet environnement de travail commun « physique » :

- L'*espace personnel* : concerne l'espace propre à l'acteur qu'il conserve tout au long de la réunion et dans lequel il dispose ses documents personnels ;
- L'*espace partagé* : concerne l'espace central perçu par l'ensemble des collaborateurs et où sont déposés les documents ou éléments à discuter, à négocier et à modifier en groupe ;
- L'*aparté* : concerne l'espace commun qui se crée temporairement entre deux individus ou une partie du groupe, pour discuter en aparté de certains sujets qui concernent le projet ;
- L'*espace interpersonnel* : concerne l'espace qui se crée temporairement à partir de contacts visuels entre les différents collaborateurs.

Ces espaces coexistent physiquement dans un même environnement de travail mais ne sont clairement pas séparés. Selon Chatty et Lecoanet (1996), ils ne se distinguent que relativement à leur degré de visibilité et d'intimité. Par exemple, un document disposé sur la table de réunion reste visible par les autres concepteurs même s'il se situe dans l'*espace personnel* de l'acteur. Scott, Ji, Wen, Fomenko et Gladyshev (2003) parlent également de

segmentation de l'espace de travail virtuel commun. Ces auteurs expliquent que, dans le cas de dispositifs virtuels, différentes zones sont à distinguer relativement à l'utilisation qu'en font les acteurs. Dans la plupart des cas, ces utilisateurs ont tendance à mettre au centre ce qui est partagé et en périphérie ce qui ne l'est pas.

Distinguer ces différents espaces qui composent un *environnement de travail commun* est important car dans une activité collective et à distance, le concepteur se trouve à l'intermédiaire de tous ces espaces. En étant délocalisé, il évolue dans un espace personnel et les autres espaces passent par les outils de communication numériques. C'est ce que nous soulignons dans la suite de ce travail, à partir de nos observations des pratiques en agence.

➤ L'activité collective relative au temps

Il est important de distinguer les deux autres activités collectives selon le temps dans lequel elles se déroulent : synchrone ou asynchrone.

Par exemple, Hisarciklilar (2009) montre, dans une étude sur les annotations sémantiques, que le processus de l'activité collective est itératif et évolue entre une *activité asynchrone* pendant laquelle les concepteurs étudient isolément le projet, mais aussi une *activité synchrone* pendant laquelle ils réalisent des revues de conception et valident collectivement les tâches en cours. Dans son étude, l'auteur souligne les problèmes d'ambiguïté que soulèvent les *activités asynchrones* où les documents sont envoyés seuls sans commentaires. Les réunions régulières privilégiant les *activités synchrones* aident à mettre en commun les informations et à construire un contexte de discussion et de négociation pour une meilleure compréhension du projet.

L'étude réalisée par Hohmann (2002), sur des outils d'aide à la conception à plusieurs et à distance, montre que les tâches réalisées de manière asynchrone ne sont pas de même nature que celles réalisées de manière synchrone. Lorsque chaque concepteur travaille de son côté, il réalise des tâches de modélisation et de rédaction de documents. Lorsque les concepteurs se retrouvent et travaillent ensemble de manière synchrone, leur activité s'oriente vers l'évaluation et la co-production, principalement supportées par des représentations graphiques.

### 1.1.2 Focus sur le cadre de l'étude

Les typologies exposées ci-dessus montrent que l'activité collective prend diverses formes et est souvent décrite sous différents termes. On parle autant d'activité participative que coopérative, comme collaborative (Dillenbourg, 1999). La distinction entre tous ces termes reste difficile et leur définition dépend souvent de la situation concernée ou du champ scientifique dans lequel ils sont évoqués (Barthe *et al.*, 1999). C'est pourquoi il nous semble

important d'énoncer clairement ce que nous entendons par ces appellations. Pour ce faire, nous nous basons sur les différentes définitions trouvées dans la littérature et nous nous focalisons principalement sur la distinction entre les activités dites collaboratives et celles dites coopératives, termes les plus souvent utilisés pour décrire des démarches ou des activités collectives en général. Cet éclaircissement participe, en fin de ce premier chapitre, à définir précisément le cadre de notre recherche.

### 1.1.2.1 Entre activité participative, coopérative et collaborative

Nous proposons une première distinction entre différentes activités de conception relativement : 1/ aux différentes compétences susceptibles de porter le projet, 2/ au rôle des acteurs dans le projet de conception et, 3/ aux coordinateurs des tâches de l'équipe (*cf.* tableau 2).

Nous différencions d'abord l'activité de conception isolée où un seul concepteur (généralement l'architecte, chef de projet) travaille sur le projet et l'activité de conception collective qui englobe l'ensemble des sous-activités de conception qui rassemblent plus d'un seul acteur dans le projet. Pour ces activités de conception collective, nous distinguons les activités de conception collaborative, de celle coopérative et de celle participative (*cf.* tableau 2).

Acteur(s)	<i>Concevoir seul</i>	<i>Concevoir ensemble</i>		
	Conception	C.Collaborative (Co-conception)	C.Coopérative (Conception distribuée)	C.Participative
<b>Fonction</b> (officielle)	Architecte	Architectes, Experts	Architectes, Experts	Architectes, experts, Utilisateurs
<b>Rôle</b> (acteur de la conception)	Le Concepteur	Un groupe de Concepteur(S)	Plusieurs concepteurS, Un coordinateur	Le Concepteur
<b>Validation</b> (choix de la conception)	Le Concepteur	Un groupe de Concepteur(S)	Le Coordinateur	Les Utilisateurs

**Tableau 2 : Proposition de distinction entre les différentes situations de conception**

- Ben Rajeb - Cours Master 2 – 171111-

En architecture et en urbanisme, la démarche **participative** consiste à convier les futurs usagers à participer à la pensée du projet. Cette démarche remonte aux années 70 et tire son origine de l'ingénierie concourante faisant participer les employés aux décisions relatives à leur milieu de travail (Caelen, 2004). Elle a, par la suite, été introduite dans le domaine de la conception architecturale et plus particulièrement dans l'aménagement urbain. Cette démarche aurait pour objectif de permettre aux maîtres d'ouvrage et aux futurs utilisateurs concernés d'élaborer des décisions et des compromis collectifs concernant la définition du programme et de leurs espaces de vie (Noro *et al.*, 1991 ; Muller *et al.*, 1993 ; Daniellou, 2007). Cette situation n'est pas ce qui nous intéresse dans cette étude, puisque nous nous focalisons uniquement sur l'activité de conception architecturale rassemblant plusieurs concepteurs.

La distinction entre l'*activité de conception coopérative* et celle *collaborative* nous permet d'affiner leur sens respectif et de délimiter le cadre de notre recherche.

Du point de vue de l'*activité collective* en général (sans y introduire la notion de conception) cette distinction existe déjà.

Par exemple, dans le domaine des interactions Homme-Machine, Allwood, Traum et Jokinen (2000) définissent l'*activité de coopération* comme l'addition de moments de coordination (où les concepteurs prennent en compte les activités de leurs partenaires) et de moments de collaboration, donnant lieu à un partage de but commun. Ces auteurs montrent par ailleurs la nécessité d'intégrer deux autres critères spécifiant l'*activité coopérative* : la confiance mutuelle et l'engagement éthique entre les collaborateurs qui travaillent ensemble.

Dans le champ de l'intelligence artificielle, Bénech (2005) distingue l'*activité coopérative* de celle *collaborative* selon la distribution des tâches incombées aux acteurs d'une équipe de travail. Dans une *activité collaborative*, chaque acteur peut redéfinir sa tâche et son rôle à tout moment du projet alors que dans celle *coopérative*, la division de l'activité est définie, négociée et actée en amont du travail collectif.

Pour Panitz (1997), cette différence réside au niveau de la stratégie d'interaction entre les acteurs. Dans l'*activité coopérative*, le résultat final est au centre de l'activité collective et les interactions entre les collaborateurs sont structurées et clairement définies. Dans l'*activité collaborative*, les concepteurs portent leur intérêt sur le travail en commun et se basent sur les contributions de chacun des agents. Les interactions sont ici moins structurées et plus spontanées, avec un partage équivalent des tâches et des responsabilités.

Schmidt (1990), quant à lui, distingue une *activité collective* de celle qu'il nomme *activité distribuée*. Dans l'*activité collective*, les acteurs se connaissent et sont conscients des rôles de chacun. Dans l'*activité distribuée*, les acteurs restent plus ou moins autonomes et ne connaissent pas toujours les activités et les domaines de leurs collaborateurs. Seules les données et informations qui concernent le projet sont communes.

En psychologie cognitive, Rogalski (1994) divise l'*activité collective* en trois composantes : la *collaboration* (réunissant des acteurs ayant des tâches communes et partageant le même but), la *coaction* (réunissant des acteurs ne partageant pas de tâche commune mais ayant des tâches interférentes qui interagissent sans but commun) et la *coopération* (réunissant des acteurs ayant des tâches distribuées avec des objectifs différents mais partageant le même but).

De même, David (1996) différencie différents modes d'activité dans le cadre d'*activités de coopération* selon la temporalité des échanges des données. Par exemple, lors d'*activités de coopération asynchrone*, les données ne sont pas échangées en temps réel alors que dans des *activités de coopération étroite*, tous les participants partagent des données de manière synchrone et y ont accès à tout moment de leur travail collectif.

Selon David (1996), trois aspects doivent être pris en compte dans une *activité coopérative* pour gérer au mieux les tâches individuelles et communes au sein d'un groupe de travail : 1/ la diminution des écarts dus aux paramètres espace/temps, 2/ la formation d'un groupe de travail permanent au sein d'une équipe et, 3/ l'organisation des différentes phases de travail.

Tout comme pour l'*activité coopérative*, plusieurs définitions ont été données à l'*activité collaborative*. Pour Perrin, García-Larrea, Mauguière et Bastuji (1999) par exemple, l'*activité collaborative* concerne le travail à plusieurs faisant interagir plusieurs connaissances et expertises dans l'objectif de réaliser un projet.

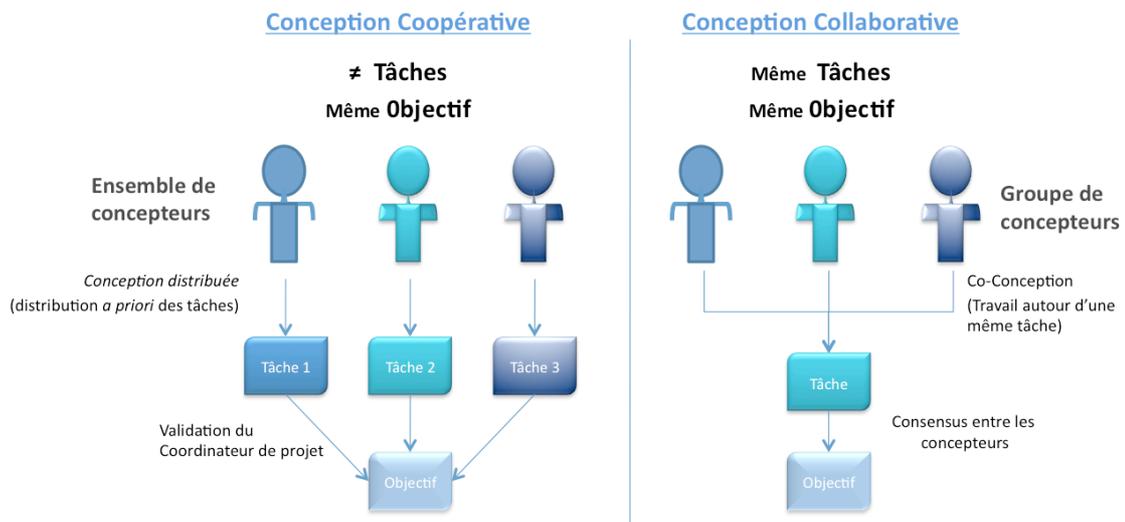
Minneman (1991) définit quatre aspects pouvant spécifier l'*activité collaborative* : la négociation, la conservation de l'ambiguïté, la concordance des outils et techniques de communication ainsi que l'utilisation et le maniement de représentations partagées.

Pour Sardas, Erschler et de Terssac (2000) et Boujut (2001), du point de vue de l'activité spécifique de conception, la distinction entre la *conception collaborative* et celle *coopérative* est aussi posée. La *conception coopérative* est une activité complexe dans laquelle plusieurs concepteurs interagissent sur un même projet architectural, indépendamment des usagers. La division des tâches est claire et définie de manière *a priori*. Cette définition se rapproche de celle de Visser, Darses et Falzon (Darses *et al.*, 1996 ; Visser, 2002) qui utilisent le vocable de *conception distribuée* pour nommer cette situation particulière de conception à plusieurs. Elsen (2011), quant à elle, différencie néanmoins ces deux activités en présentant la *conception distribuée* comme une situation réunissant des acteurs travaillant individuellement sur différentes tâches et la *coopération* comme une situation réunissant des acteurs travaillant autour d'un même objectif, sur une période plus au moins longue.

Malgré la diversité des définitions données à l'*activité de conception coopérative*, tous s'accordent sur sa caractérisation majeure : la différence des tâches attribuées entre les acteurs du projet (Hutchins, 1995 ; Brissaud *et al.*, 1996). Dans ce cadre, le coordinateur, vérifiant (et souvent distribuant) les tâches spécifiques à chacun, a un rôle important pour le bon déroulement du processus de conception. En effet, il a la responsabilité de valider ou non les tâches réalisées et de s'assurer de leur cohérence relativement aux principes du projet et aux choix du maître d'ouvrage. L'objectif commun étant le projet, seule la nécessité d'accéder à des ressources partagées détenues par les uns et les autres concepteurs obligerait ces derniers à travailler ensemble. Dans ce cadre, Boujut (2001) met en évidence l'importance des notions de confiance, de compromis et d'entraide qui permettent de décrire les relations entre les acteurs travaillant dans le cadre d'activité de conception coopérative.

La *conception coopérative* n'étant pas l'objet de notre travail, nous focalisons notre étude concernant l'*activité collective de conception* sur les moments où les concepteurs ont besoin de travailler ensemble sur une même tâche, autour d'un même projet architectural en phase d'esquisse. C'est ce que nous appelons ici *activité de conception collaborative* que nous distinguons de celle *coopérative*.

L'*activité de conception collaborative* est pour nous une situation qui réunit plusieurs concepteurs qui interagissent autour d'un même projet architectural et collaborent ensemble sur les mêmes tâches (cf. figure 1). Là où, dans le cadre de l'*activité de conception coopérative* (telle que définie ci-dessus), le chef de projet valide ou non le travail des protagonistes ; en *conception collaborative*, chacun des concepteurs régule en permanence son travail. Ces régulations se définissent relativement aux choix optés conjointement par l'ensemble des collaborateurs (Dillenbourg *et al.*, 1995). Autrement dit, la *conception collaborative* est, pour nous, ce que Visser, Darses et Falzon (Darses *et al.*, 1996 ; Visser, 2002) appellent *co-conception*, situation dans laquelle les tâches de chacun sont difficilement dissociables (cf. figure 1).



**Figure 1 : Conception coopérative vs conception collaborative (relativement aux tâches et objectifs) – Ben Rajeb, ANR-080609**

Cette distinction faite entre la *conception coopérative* et celle dite *collaborative* telle que représentée à la figure 1 s'aligne à celle posée et définie plus haut par Visser, Darses et Falzon (Darses *et al.*, 1996 ; Visser, 2002) entre la *co-conception* et la *conception distribuée*. La seule différence est que, pour nous, le processus de conception passe autant par des moments de *conception coopérative* que des moments de *conception collaborative*. L'un comme l'autre compose l'*activité collective de conception*. Néanmoins, nous focalisons nos analyses sur les *activités collaboratives*.

Partant de la définition posée par Darses et Falzon (1996) et Falzon (1994), Safin (2011) présente une synthèse caractérisant ces deux formes de l'activité collective en conception architecturale. Il synthétise la *co-conception* (conception collaborative) et la *conception distribuée* (conception coopérative) selon les différents concepts définis et mis en avant dans le champ de l'ergonomie cognitive (cf. 1.1.1.1) (cf. Safin, 2011, p.99) :

- Type de collaboration :

En *co-conception*, les décisions sont directement intégrées dans la conception ; en *conception distribuée*, elles sont collectées par un coordinateur qui rassemble les tâches de chacun tout en respectant la cohérence du tout selon Kvan (2000).

- Focus :

En *co-conception*, les concepteurs travaillent ensemble sur une même tâche, en *conception distribuée*, les tâches sont réparties pour concevoir à plusieurs selon Dillenbourg, Baker, Blaye et O'Malley (1995).

- Mode de synchronisation par lequel les actions de chacun sont coordonnées selon Darses et Falzon (1996) :

Lors de la *co-conception*, c'est la *synchronisation cognitive* qui est privilégiée alors qu'en *conception distribuée* c'est la *synchronisation opératoire* relative à la répartition des tâches qui est mise en œuvre.

- Awareness relatif à la conscience mutuelle de la situation, des choix arrêtés, des tâches à accomplir et des spécificités des collaborateurs selon Carroll, Neale, Isenhour, Rosson et McCrickard (2003) :

En *co-conception*, les acteurs privilégient la conscience des tâches des autres concepteurs au sein du processus et en *conception distribuée*, c'est la conscience du contexte social de l'activité qui est nécessaire au bon déroulement de l'activité.

- Grounding relatif à la gestion de points de vue pour la construction d'une intelligence collective commune de l'objet à concevoir selon Beers, Boshuizen, Kirschner et Gijsselaers (2006) :

Les collaborateurs travaillant sur une même tâche en *co-conception*, il est nécessaire pour eux de se construire un *référentiel opératif commun*, ce qui n'est pas le cas lorsqu'il s'agit de *conception distribuée*.

- Temporalité relative à la fréquence des échanges synchrones et asynchrones réalisés lors de situations de conception collective selon Maher, Paulini et Murty (2010) :

En *co-conception*, ce sont les échanges synchrones qui sont privilégiés alors qu'en *conception distribuée* les échanges asynchrones se suffisent pour réaliser les tâches spécifiques à chacun des acteurs.

Partant de ces définitions, l'activité de conception passe, selon nous, autant par des moments où les concepteurs travaillent seuls que par des moments où ils coopèrent (*conception distribuée* ou *conception coopérative*), ou collaborent (*co-conception* ou *conception collaborative*)

Dans le cadre de cette présente recherche, nous nous centrons uniquement sur les *activités collaboratives* en conception architecturale. C'est pourquoi nous nous intéressons exclusivement aux moments où les concepteurs se réunissent, collaborent pour réfléchir ensemble autour de la conception d'un même projet architectural en phase esquisse.

Si nous avons choisi cette situation particulière, c'est parce que nous partons de l'hypothèse que, dans les projets qui rassemblent plusieurs concepteurs, une grande partie des choix se fait pendant les réunions où les principales phases de négociation et d'argumentation des propositions entre les collaborateurs se contruisent (Bødker, 2000 ; Stempfle *et al.*, 2002 ; Eckert *et al.*, 2003).

Ainsi, l'activité collaborative est caractérisée par une succession de mouvements où les concepteurs collaborent et/ou coopèrent pour faire évoluer conjointement le projet (Stempfle *et al.*, 2002). Nous excluons donc, dans cette étude, les réunions de coordination pendant lesquelles les concepteurs évaluent, valident et distribuent les tâches de chacun.

La définition du cadre nous permet de préciser le contexte expérimental et d'observation de nos études afin de modéliser et de caractériser cette activité particulière de collaboration en conception architecturale à distance.

La partie qui suit présente différentes modélisations proposées dans le cadre de recherche sur les activités collaboratives en conception.

### 1.1.2.2 Modélisations de l'activité collaborative en conception

Kvan (2000) modélise l'activité de collaboration sous la forme d'un processus itératif de négociation et d'évaluation, ponctué par des moments d'activités individuelles et parallèles des différents experts.

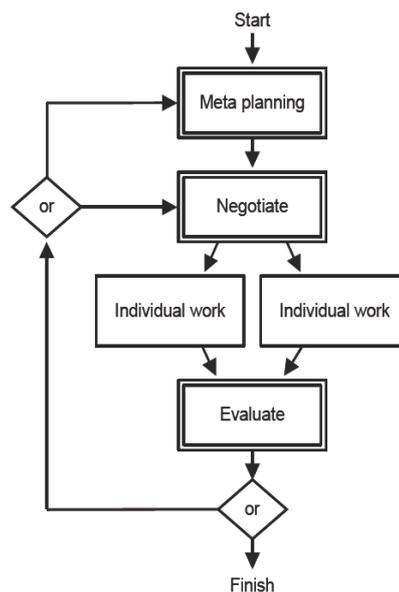


Figure 2 : Processus de collaboration selon Kvan (2000)

Pendant ces activités, les concepteurs travaillent sur leurs propres tâches avant de les resoumettre à leurs collaborateurs pour être négociées et/ou évaluées à plusieurs (*cf.* figure 2). Ce modèle expose un processus qui passe d'un espace de travail partagé à un autre espace de réflexion individuel. Il n'explique pas, par ailleurs, ce que les moments de négociation et d'évaluation impliquent dans la conception même de l'objet.

Chiu (2002) propose un modèle sous forme de cycle débutant par une phase initiale d'intention et s'achevant par une prise de décision finale (*cf.* figure 3).

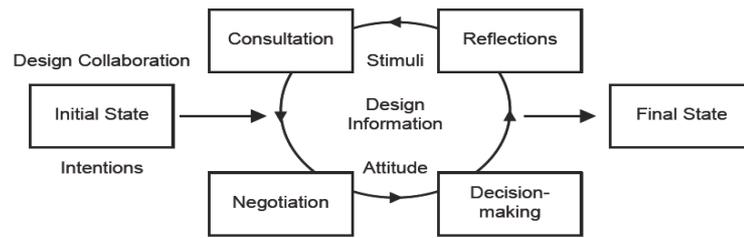


Figure 3 : Processus de collaboration selon Chui (2002)

Suivant cette modélisation du processus de la collaboration (*cf.* figure 3), chaque cycle implique quatre phases : la consultation des données et des choix à prendre, la négociation de ces choix, la prise de décisions par rapport à un choix et enfin, la réflexion visant à le confirmer. Selon l'auteur, chaque cycle est enrichi par des stimuli et les attitudes des concepteurs ainsi que par des données qui concernent la conception de l'objet. Quand un cycle s'achève, un autre est déclenché. Par ce modèle, Chiu (2002) met en évidence l'importance de l'organisation et de la communication dans un cycle de choix arrêtés par consensus mais, il n'inclut pas l'objet et ce que cela implique dans la réflexion des acteurs pour sa conception.

McGregor (2002) présente un modèle qui dissocie le processus de conception de l'objet du processus de communication et de collaboration (*cf.* figure 4).

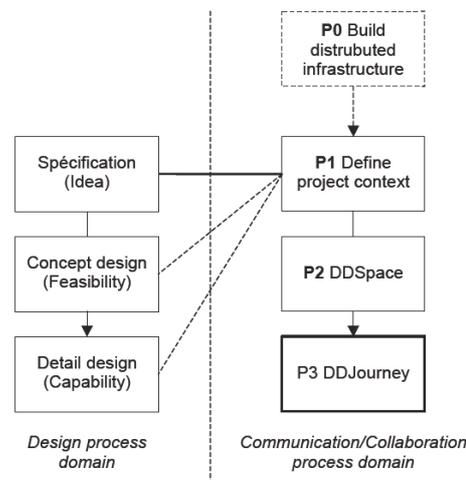


Figure 4 : Processus de collaboration selon MacGregor (2002)

L'activité collaborative de conception y est modélisée sous forme de processus linéaire (*cf.* figure 4) passant par la production d'idées, le choix de la direction que devra prendre le projet, l'étude de sa faisabilité jusqu'à sa production par l'étude de ses détails et de son fonctionnement. Le processus de collaboration et de communication est, quant à lui, présenté sous forme de quatre phases :

- 1/ une phase initiale (P0) qui consiste en la préparation, la construction et la définition du cadre de collaboration et des outils nécessaires pour la bonne gestion de la conception distribuée ;
- 2/ une phase P1 qui reconsidère la stratégie d'organisation du projet relativement au cadre de collaboration défini dans la phase précédente. Les acteurs spécifient

ainsi les conditions de distribution des tâches relatives à chacun d'eux pour la conception du projet. Cette phase est en relation directe avec le processus de conception de l'objet puisqu'elle est constamment remise en cause ou réadaptée suivant les besoins spécifiques du projet et de son contexte ;

3/ une phase P2 qui consiste à mettre en application la stratégie définie lors de la phase P1 par la définition des acteurs impliqués, leurs rôles et leurs tâches, ainsi que la mise en place des outils nécessaires à la conception du projet ;

4/ une quatrième phase (P3) permet de vérifier l'état d'avancement du projet et de valider ou non la stratégie adoptée pour sa conception.

A l'issue de cette dernière phase, des corrections sont apportées à l'infrastructure adoptée pour répondre à l'ensemble des problèmes rencontrés relativement à la conscience du groupe (*awareness*) et au contexte de ce travail collaboratif. Ce modèle est linéaire et s'intéresse davantage à l'organisation et à la coordination du groupe qu'à l'implication de ce groupe par rapport à l'objet à concevoir.

Badke-Schaub, Neumann, Lauche et Mohammed (2007) proposent une modélisation de l'activité de collaboration mettant en évidence les différents éléments qui affectent l'objet de conception ainsi que la performance du groupe (*cf.* figure 5).

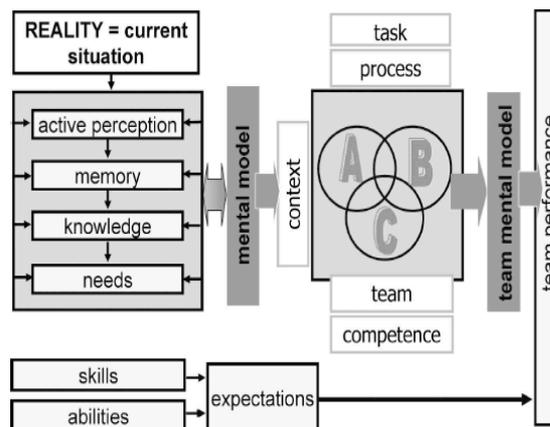


Figure 5 : Processus de collaboration selon Badke-Schaub et al. (2007)

Selon ces auteurs, chaque individu (A, B et C ; *cf.* figure 5) se différencie de l'autre par sa perception, sa mémoire active, ses connaissances et ses besoins. Ces éléments caractéristiques de l'individu varient selon ses expériences, ses références, ses expertises et ses buts au sein de l'équipe de conception. Ils construisent et définissent le modèle cognitif individuel de chaque acteur. Lorsque les acteurs se réunissent pour collaborer, ils échangent leur modèle cognitif individuel en partageant les paramètres qui définissent la situation de collaboration.

Par cette modélisation (*cf.* figure 5), Badke-Schaub, Neumann, Lauche et Mohammed (2007) définissent quatre éléments qui sont partagés : les tâches, le processus de conception, les spécificités de l'équipe et un ensemble de compétences spécifiques à chaque acteur. Ces éléments induisent un nouveau modèle cognitif partagé par le groupe

et, affectent le processus par un degré de performance plus ou moins important. Les attentes et les habiletés individuelles sont aussi des facteurs qui influent directement sur la performance indépendamment du travail en équipe.

Ostergaard et Summers (2009) ont, quant à eux, proposé un système de classification taxonomique permettant la modélisation de l'activité collaborative. Ce système est composé de six classes décrivant les principaux attributs issus des activités de conception collaborative qui sont relatifs à : 1/ la composition de l'équipe, 2/ la communication, 3/ l'information, 4/ la distribution, 5/ les approches de conception et 6/ la nature du problème (cf. figure 6).

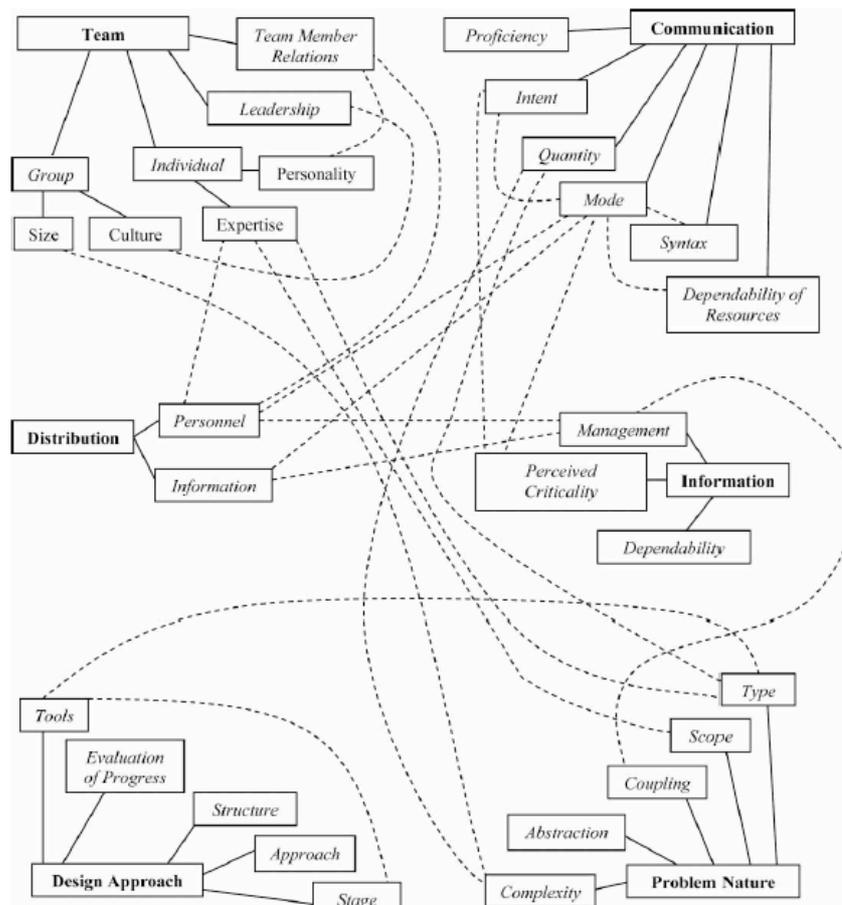


Figure 6 : Les attributs de la collaboration selon Ostergaard et Summers (2009)

Comme le montre la figure 6, chaque classe d'attributs est subdivisée en un ensemble d'attributs élémentaires permettant de la caractériser et de la spécifier. La liste de tous ces attributs est principalement définie à partir d'études théoriques et de littératures scientifiques issues de différents champs scientifiques portant sur les activités collaboratives (ergonomie cognitive, psychologie, sociologie, etc.).

A travers ce système, Ostergaard et Summers (2009) illustrent les relations et les dépendances entre tous ces attributs : classes d'attributs et attributs élémentaires (cf. figure 6). Deux relations sont ainsi définies : des relations hiérarchiques directes entre

les facteurs (formalisées dans la figure par des lignes continues) et des relations indirectes entre les facteurs (formalisées dans la figure par des lignes discontinues).

Ce système tend, selon Ostergaard et Summers (2009), à définir les effets des attributs élémentaires sur l'activité collaborative. Ce modèle, se voulant être complet, n'attache pas d'importance, selon nous, aux spécificités qui caractérisent le processus de conception et ne tient pas compte des opérations cognitives spécifiques et mises en jeu lors des interactions entre les concepteurs.

A partir du modèle SACI (Situations d'Activités Collectives Instrumentées) proposé par Rabardel<sup>3</sup> (1995) incluant le collectif, l'objet, le sujet et l'instrument, Gronier (2006) présente une modélisation de l'*activité collaborative* en y introduisant l'*environnement instrumenté* comme média entre le collectif, l'objet et les acteurs.

« Pour commencer, nous pensons que l'environnement dans lequel évoluent le sujet, l'objet, le collectif et l'instrument, tend à disparaître au profit d'un environnement informatisé, directement intégré à l'instrument. Il s'agit donc d'un instrument qui représente à lui seul l'environnement externe au sujet, à travers lequel le sujet et le collectif pourront agir sur l'objet de travail. En somme, l'instrument s'apparente à l'espace de travail partagé qui permet l'élaboration d'une conscience mutuelle (pour la collaboration médiée)... C'est cette conscience mutuelle des actions entreprises par autrui qui permet l'ajustement et la mise en oeuvre des actions individuelles ou collectives » Gronier, 2006, p 249.

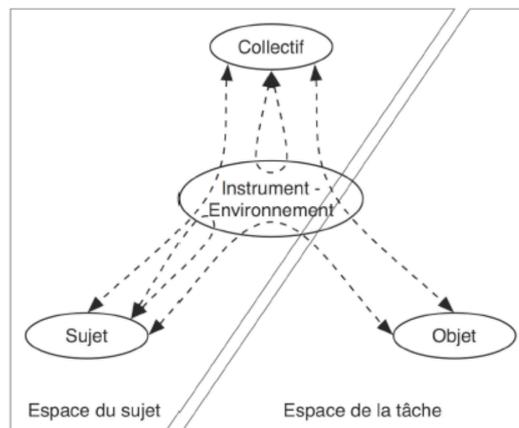


Figure 7 : Modélisation de l'activité collaborative instrumentée selon Gronier (2006)

Par ce modèle (cf. figure 7), Gronier (2006) tend à modéliser les différents

<sup>3</sup> Selon l'auteur, le *sujet* représente l'individu et les actions qu'il entreprend. L'*objet* désigne autant les objets matériels que virtuels, sur lesquels s'appliquent les actions individuelles. Le *collectif* introduit la notion d'activité à plusieurs (différents *sujets*) pour la production de l'*objet*. L'*instrument*, étant l'élément central du modèle SACI, rend compte « des situations nouvelles liées à l'apparition de logiciels destinés au travail collectif » (Rabardel, 1995, p.118). Il inclut les *collecticiels* ou *groupware* permettant d'assister les activités collaboratives.

éléments qui caractérisent l'activité de collaboration ainsi que les diverses interactions les reliant. Ces interactions créent ainsi des boucles entre le sujet et les collectifs dont les actions évoluent en fonction de l'environnement instrumenté mis en jeu. L'objet évolue par l'intermédiaire de cet environnement, en faisant appel à des éléments représentatifs sur lesquels sujet (acteur) et collectif (le groupe) peuvent intervenir.

Tous ces modèles ont participé à la production de nouvelles connaissances sur l'*activité collaborative*. Mais parmi eux, rares sont ceux qui se sont focalisés spécifiquement sur la conception architecturale. C'est pourquoi nous nous proposons de modéliser et de spécifier l'*activité collaborative* en termes d'opérations cognitives mises en jeu lors de situations de conception architecturale.

Sachant que cette activité de collaboration passe nécessairement par différentes modalités d'échanges, nous nous intéresserons dans cet état de l'art aux rôles de ces modalités dans les activités de la conception architecturale collaborative.

### 1.1.3 Place des échanges dans les activités collaboratives distantes en conception architecturale

#### 1.1.3.1 Importance des communications verbales

Nombreuses sont les recherches montrant l'importance de la communication orale dans l'activité collaborative de conception (Falzon, 1994 ; Montmollin, 1997 ; Darses, 2002 ; Brassac *et al.*, 2003 ; Ben Rajeb *et al.*, 2010 b ; *etc.*).

Shannon et Weaver (1949) soulignent trois problèmes liés à la communication entre les acteurs. Le premier *d'ordre technique* est relatif au degré de précision des symboles qui sont transmis. Le deuxième *d'ordre sémantique* est relatif au degré de compréhension des symboles transmis. Le troisième est relatif à *l'efficacité du sens transmis* par ces symboles.

Un autre problème est aussi soulevé par Gerbner (1956) : celui des différences culturelles entre les acteurs qui, selon lui, jouent un rôle central dans la compréhension du sens des symboles transmis. Gerbner (1956) définit d'ailleurs la communication comme un processus d'échanges permettant l'émission, la transmission et la traduction des données relativement à un contexte. Ce contexte représente, selon lui, un stimulus externe qui nourrit les représentations internes de la pensée des acteurs.

Pour Montmollin (1997), la communication orale devient même une tâche à part entière pour les différents acteurs d'une même activité collaborative qui tendent à assurer une compréhension plus ou moins importante entre eux.

De même, pour Moles (1986), la communication est un partage de connaissances spécifiques à chaque individu qui dépend d'un contexte spatio-temporel et de canaux propres à chaque situation. Ces échanges assurent les interactions et permettent la

synchronisation cognitive entre les différents collaborateurs (Moles, 1986 ; Savoyant, 1992). Moles (1986) distingue d'ailleurs quatre degrés de compréhension :

- 1/ *totale* : lorsque le récepteur a plus de connaissances sur le domaine que l'émetteur ;
- 2/ *partielle* : lorsque les connaissances de l'émetteur croisent partiellement celles du receveur ;
- 3/ *optimale* : lorsque les connaissances des uns et des autres se recouvrent par rapport à un domaine bien spécifique ;
- 4/ *nulle* : lorsqu'il y a une absence totale de connaissances communes telle qu'une incompréhension se crée entre les collaborateurs.

Selon Falzon (1994), pour arriver à une compréhension *optimale* (Moles, 1986) du sens des symboles transmis lors des activités collaboratives, chaque concepteur essaye de construire une *modélisation appropriée* et partagée à partir d'indices détectés dans les discours des uns et des autres.

Grusenmeyer et Trognon (1997) parlent aussi de *représentation fonctionnelle partagée*, celle-ci est transitoire, évolutive et adaptée à la situation dans laquelle elle se construit.

Pour ces auteurs, plus les collaborateurs communiquent, plus leur compréhension est *optimale*.

D'autres auteurs comme Grice (1979) ou encore Sperber et Deirdre (1986) considèrent la communication verbale comme un processus de co-construction de sens partagé permettant à différents interlocuteurs de se comprendre. Ainsi, la communication devient un processus dynamique d'interprétation des échanges entre plusieurs collaborateurs.

Selon ce point de vue, la communication dans l'activité collaborative prendrait une place importante pour l'argumentation et l'explication de choix, ainsi que pour la négociation et les débats entre les acteurs du projet (Navarro, 1993 ; Bødker, 2000 ; Kan *et al.*, 2004).

Karsenty (2000) montre que le sens partagé du projet est « *co-construit* » par les argumentations et explications exprimées lors des échanges de points de vue spécifiques à chacun des concepteurs. De la même façon, Darses (2002) met en avant le rôle central du partage de points de vue pour la réussite et l'organisation des activités collaboratives en conception.

Sadek (1996) spécifie, quant à lui, différents types de réponse lors de communications entre différents collaborateurs, selon leurs rôles. Elles sont *complétives* lorsqu'elles fournissent des informations qui complètent les données non clairement identifiées et assurent ainsi la bonne compréhension des autres collaborateurs. Elles sont *correctives* lorsque celles-ci tendent à corriger des incompréhensions entre les collaborateurs. Elles sont *suggestives* lorsqu'elles permettent de nourrir de nouvelles idées et de proposer d'autres solutions dans le cas de requêtes annoncées. Elles sont *conditionnelles*

lorsqu'elles n'ont de sens que relativement à des conditions clairement explicitées. Elles sont *intentionnelles* lorsqu'elles suggèrent des réponses alternatives qui ne sont pas en relation directe avec les questions posées dans ce cadre.

Savoyant et Leplat (1983) distinguent aussi différents types de communication orale entre les acteurs selon leur objet dans l'activité collaborative :

- des communications d'*orientation générale* : par lesquelles les acteurs définissent ensemble les directions principales des opérations ;
- des communications pour *commenter leurs activités* : par lesquelles les acteurs exposent leurs tâches et leurs points de vue sur leurs activités pour se coordonner ;
- des communications de *guidage* : par lesquelles les acteurs définissent les paramètres importants à prendre comme repères pour l'organisation et l'exécution de leurs tâches ;
- des communications de *déclenchement des opérations* : par lesquelles les acteurs annoncent le début d'exécution des opérations à réaliser ;
- des communications de *contrôle* : par lesquelles les acteurs contrôlent et vérifient l'ensemble des tâches à réaliser ainsi que leur coordination.

Case et Lu (1996) accordent toute leur attention à la question de la communication et de son assistance informatique dans le cadre de l'activité collaborative. Ils proposent de développer un « modèle de discours » spécifique pour combler le fossé de la communication entre les différents acteurs de la conception. Autre exemple, celui de Marshall qui a étudié les implications des commentaires dans l'activité collaborative (Marshall, 1997).

Pour spécifier la communication dans les activités de la conception collaborative, Simoff et Maher (2000) proposent quant à eux un système informatique enregistrant la communication orale afin de déterminer le degré de participation de chaque collaborateur dans la conception. Pour ce faire, ils analysent la participation de différents collaborateurs dans un environnement de conception collaborative. Ils identifient des comportements et situations plus ou moins favorables à l'activité de collaboration.

De même, Bauni, Kalay, Jeong et Cheng (2006) développent un système de représentation des échanges oraux dans le cadre d'un protocole expérimental pour la conception architecturale à plusieurs. Ce système de représentation est prévu pour permettre la visualisation des aspects liés aux relations sociales qui se construisent entre les acteurs au cours de l'activité de conception architecturale collaborative. Ils comparent deux situations différentes de conception collaborative, une en présence (face to face : FTF) et l'autre à distance, en utilisant l'ordinateur comme seul média entre les concepteurs (Virtual Design Studio : VDS). Les représentations obtenues au cours de ces expérimentations sont en fait des schémas qui montrent les phases de conception du projet et les étapes de décisions prises par les acteurs au cours du

processus. Le travail d'analyse de la communication de Bauni, Kalay, Jeong et Cheng (2006) à travers ces représentations leur permet de visualiser les conséquences sociales et psychologiques de l'activité de collaboration et de l'interaction entre les collaborateurs sur la conception d'un projet architectural.

Arjun et Plume (2006) proposent de faire converser des concepteurs à travers des logiciels qui réorganisent et analysent leurs réflexions afin de générer une vaste gamme de possibilités spécifiques à des situations de conception. Ils distinguent clairement deux sortes de conversation : *les conversations internes* au concepteur (exemple : les interprétations que l'architecte produit et qui sont destinées à sa propre compréhension) et les *conversations du concepteur avec des membres de l'équipe*. Les choix et points de vue qui en émergent sont, selon les auteurs, plus riches lorsque les réflexions entre les différents domaines sont réorganisées. Cette réorganisation se fait par une méthode de calcul utilisant un système multi-agents en listant et hiérarchisant ces choix. Elle permettrait de réorienter l'attention des concepteurs vers d'autres choix et de générer de nouvelles possibilités pour la conception du projet.

Toutes ces recherches s'accordent sur le fait que, des échanges oraux, émerge un processus de construction de sens faisant interagir plusieurs concepteurs ayant différentes expériences professionnelles et culturelles autour d'un même sujet. Comment ces concepteurs se transmettent-ils des messages et interprètent-ils les codes des uns et des autres ? C'est une question qui intéresse notre étude et que nous traitons à partir de nos analyses.

Ces échanges oraux entre les concepteurs sont pour nous un premier point d'entrée pour l'analyse et la modélisation de l'activité collaborative en conception architecturale (de Terssac *et al.*, 1994 ; Rabardel *et al.*, 1998 ; Benchekroun *et al.*, 2000 ; Engrand *et al.*, 2002).

### 1.1.3.2 Rôle des représentations graphiques

Reflétant un processus de précision des idées, les représentations graphiques évoluent en prenant d'abord la forme de croquis, de graphes et d'annotations. Elles sont ensuite « normalisées »<sup>4</sup> et modélisées en 2D ou 3D par des outils de CAO et/ou de DAO afin d'être transmises au client (Arnheim, 1993).

Plusieurs recherches visent à comprendre les usages de ces esquisses dans les activités collaboratives de la conception (Gero, 1998 a ; Perry *et al.*, 1998 ; Eckert *et al.*, 2003 ; Maher *et al.*, 2003 ; Gero *et al.*, 2004).

Purcell et Gero (1998) insistent sur le caractère évolutif de ces représentations qui dépendent de l'état d'avancement du projet et qui répondent aux besoins et choix des

---

<sup>4</sup> Ici, nous entendons par des *représentations normalisées* : les représentations qui sont mises en forme et modalisées de manière à respecter les normes de la communauté; l'objectif étant de rendre ces dessins communicables à l'ensemble des corps de métier et institutions en relation avec le secteur de la conception, du bâtiment et de la construction.

concepteurs. Pour eux, ces représentations graphiques créent des liens entre l'expression d'une représentation mentale, la mémoire à court terme et la synthèse des choix qui ont été arrêtés au cours du processus. Ainsi, des allers - retours peuvent se faire entre ces différentes formes de représentations graphiques (croquis, graphes, annotations, dessins normalisés, modélisation 3D, *etc.*). Elles ont un véritable rôle de médiateur (Norman, 1991) entre les différents concepteurs. Sans explication ou commentaire, leur compréhension est néanmoins difficile et ambiguë.

A partir de l'analyse d'esquisses, Goldschmidt (1991) définit ces représentations graphiques comme le processus de formation d'« *interactive imagery* » qui n'est pas définie par avance mais qui intègre une explication propre au concepteur. Selon elle, elles sont incompréhensibles par les autres si elles ne sont pas complétées par des explications verbales ou un contexte de travail. Leur utilité réside dans le fait de stimuler l'activité de conception en donnant forme à des choix individuels qui sont eux-mêmes soumis à la réinterprétation (Goldschmidt, 2003).

Lors des premières phases de l'activité de conception, les représentations graphiques du projet prennent généralement la forme de *croquis conceptuels* (formalisant des idées sans pour autant chercher à être normés), à la différence des *croquis synthétiques* (Leclercq *et al.*, 2007). Abstraits et ambigus, ils répondent à une approche essentiellement formelle d'une grande imprécision.

Même si ces croquis paraissent, à première vue, incomplets, pour Goel (1995), ils sont remplis de significations syntaxiques et/ou sémantiques dans lesquelles coexistent les choix, dimensions, pertinences et références propres à chaque concepteur.

Pour Maher et Tang (2003), lors des premières phases de conception, il n'y a pas de différence significative entre des concepteurs n'utilisant aucun moyen de représentation et d'externalisation de leurs idées et d'autres ayant recours aux représentations graphiques pour argumenter leurs choix. Seules les esquisses servant comme notes pour mémoriser les principaux choix pris lors de la réunion paraissent nécessaires relativement à la capacité qu'a chaque concepteur de retenir et emmagasiner l'information.

Schön (1992), en revanche, insiste sur l'importance de ces représentations graphiques qui favorisent une « *conversation réflexive* » (Schön, 1992, p. 123), entre les concepteurs en leur permettant de donner forme à leurs pensées et à leurs choix. Elles permettent aussi aux concepteurs de communiquer un ensemble d'éléments servant de base commune entre des acteurs issus de domaines différents afin de construire « une compréhension partagée » du projet et du contexte dans lequel il est conçu.

L'importance de la représentation graphique dans la génération d'idées dépend semble-t-il du projet, du contexte, des concepteurs et de la phase dans laquelle elle se déroule. Elle ne reste pas moins nécessaire pour assurer la communication entre les concepteurs (Novak, 1998 ; Bucciarelli, 2002 ; Buzan *et al.*, 2003 ; Lee *et al.*, 2007).

Vinck (1995) et Jeantet (1998) ont montré que ces représentations graphiques jouent le rôle de média entre les acteurs de la conception prenant la forme de schémas, croquis,



le concepteur esquisse une coupe pour expliquer ses intentions à son collaborateur. Cette coupe sert de base de travail pour les deux concepteurs qu'ils vont reprendre et transformer selon leurs choix. Cette coupe est donc considérée ici comme étant un objet médiateur. Si cette même coupe a été donnée à un ingénieur pour y intégrer des éléments techniques nécessaires au maintien de la structure, ce concepteur ne changera pas la coupe, il va seulement la réajuster pour qu'elle puisse répondre aux différentes contraintes techniques. La coupe devient alors ici un objet commissionnaire.

- Dans le deuxième axe, un objet *ouvert* permet la modification et l'exploration, un objet *fermé* réduit la remise en cause et la possibilité de faire des modifications sur l'objet. Un croquis esquissé lors d'une phase APS de la conception du projet est un exemple d'objet ouvert contrairement au plan d'exécution qui est considéré dans ce cas comme objet intermédiaire fermé. Donc plus l'objet est considéré comme ouvert, plus il est flexible et ouvert à l'interprétation et à la transformation.

Vinck, Jeantet et Laureillard (1996) mettent en évidence d'autres rôles spécifiques à ces objets partagés par les collaborateurs :

- un rôle *rétrospectif* : permettant de mémoriser les modifications qui ont été réalisées sur l'objet ;
- un rôle *prospectif* : permettant de soutenir l'objet lors de sa construction ;
- un rôle *prescriptif* ou *facilitant* les interactions, négociations et interprétations entre les différents acteurs du projet.

Laureillard (2000) parle aussi d'*entités de coopération* suggérant ainsi le rôle central de ces représentations graphiques dans l'organisation, la coordination et l'instrumentation du processus de conception à plusieurs. Dans ce cadre, Laureillard (2000) décrit trois entités différentes en se basant sur d'autres travaux de recherche :

- les *objets intermédiaires* (Jeantet, 1998) ;
- les *conventions partagées* (Dodier, 1993) : toute entité qu'ils partagent et utilisent comme référence nécessaire à l'organisation du projet;
- les *règles-métiers* et *règles inter-métiers* : toute entité qu'ils partagent et utilisent comme point de repère nécessaire à la coordination et au travail en groupe.

Star (1990) introduisent, quant à eux, le concept de *Boundary Object* comme étant des supports de négociation et de collaboration entre différents concepteurs. Ces objets ont pour visée d'informer et d'être partagés par les différentes compétences qui travaillent autour de la conception du projet. Selon ces auteurs, les *Boundary Objects* permettent à chaque collaborateur de construire sa propre interprétation et représentation du projet à concevoir.

Carlile (2004), classe ces *Boundary Objects* relativement à trois critères :

- un critère *syntaxique* : lorsque ces représentations permettent le partage d'un langage opératif commun entre les concepteurs ;
- un critère *sémantique* : lorsque ces représentations permettent la prise de connaissance et la confrontation des différents points de vue des concepteurs ;
- un critère *pragmatique* : lorsque ces représentations permettent la remise en cause et s'adaptent relativement aux besoins du projet.

Qu'elles décrivent les différentes *formes d'externalisation*, d'*objets intermédiaires* ou de *Boundary Objects*, ces différentes recherches montrent le rôle crucial de la représentation graphique partagée dans l'activité de conception collaborative. Cette représentation permet la construction de références communes et nourrit le processus d'évaluation et de négociation entre les concepteurs du projet. Tout comme les échanges oraux, leur capture tout au long d'un processus de conception nous permet d'identifier et de spécifier la conception architecturale collaborative en situation distante.

### 1.1.3.3 Cas des annotations

Les annotations sont une des formes que prennent ces représentations graphiques partagées. Quel rôle jouent-elles dans l'activité collaborative en conception architecturale ?

L'échange de documents numériques, aussi bien en mode synchrone qu'asynchrone, a ouvert la porte aux pratiques d'annotations entre les différents collaborateurs de la conception. Ces annotations sont des moyens rapides et faciles à utiliser pour commenter un travail ou faire des propositions de croquis dans les activités collaboratives de conception (Boujut, 2003).

Dans le cas de collaboration à distance, les outils pour l'annotation numérique donnent la possibilité à des concepteurs délocalisés de commenter, évaluer et discuter des documents mis en partage sur le net (Marshall *et al.*, 1999 ; Baber *et al.*, 2005 ; Guibert *et al.*, 2005). Ils tirent ainsi partie des nouvelles technologies numériques mises à disposition des agences et des bureaux de conception (Wolfe, 2002).

Ces systèmes d'annotation permettent de diminuer le temps que consacre le concepteur pour interpréter et traiter l'information qui lui a été transmise (Denoue, 2000). Par exemple, McMahon et Daves (2005) montrent la pertinence de ces systèmes dans le cadre de représentations 3D adaptées aux points de vue des diverses expertises.

Zacklad, Lewkowicz, Boujut, Darses et Détienne (2003) attribuent deux fonctions aux annotations : l'une fonction *critique* qui concerne l'évaluation et la revue de projet, l'autre fonction de *planification* qui concerne principalement la coordination du projet et sa gestion.

Selon Hisarciklilar et Boujut (2009), les zones d'annotations aident à « *identifier des zones de consensus sur d'importantes sous-parties du texte. Elles représentent également un support à la synchronisation opératoire et cognitive des membres d'un groupe de travail* » (Hisarciklilar *et al.*, 2009, p. 96). L'auteur cite dans son travail de

thèse des exemples d'utilisation d'annotations numériques dans certaines pratiques professionnelles dont : 1/ un pour supporter le travail de terrain, 2/ un autre pour assister la collaboration de professionnels de santé et notamment, l'imagerie médicale et 3/ un troisième pour la spécification de certaines librairies numériques.

Ces outils sont pour la plupart utilisés pour la coordination et la résolution de problèmes bien définis plutôt que pour la création et la stimulation de nouvelles idées en conception architecturale.

Selon Bringay (2006) les annotations doivent prendre en considération quatre dimensions :

- une dimension *contextuelle* : prenant en compte le contexte dans lequel est produite l'annotation ainsi que son objectif ;
- une dimension *perlocutoire* : prenant en compte la raison qui justifie sa production et les effets de celle-ci sur le travail des collaborateurs ;
- une dimension *communicationnelle* : prenant en compte le support choisi pour communiquer cette annotation ;
- une dimension *collaborative* : prenant en compte son impact et ses effets sur l'activité collaborative

Hisarciklilar et Boujut (2009), soulignent le caractère ambigu et abstrait de ces annotations transmises dans des activités collaboratives où les interactions sont continues tout au long du processus de conception. En s'alignant aux travaux de Zacklad, Lewkowicz, Boujut, Darses et Détienne (2003), ils distinguent trois types d'annotation :

- des annotations *argumentatives* qui sont créées pour renforcer ou formaliser le discours. Celles-ci peuvent avoir une fonction de critique et d'évaluation pour la conception ou de planification pour la coordination;
- des annotations *démonstratives* pour indiquer une zone, rajouter une information ou une donnée ;
- des annotations *de rappel* pour mémoriser des éléments pertinents ou des références nécessaires à la réalisation du projet.

#### 1.1.4 Synthèse

Notre état de l'art montre que l'activité collective a fait l'objet de nombreuses recherches en psychologie, en ergonomie et en science cognitive qui en visent une modélisation.

Nous avons pu mettre en exergue les concepts qui spécifient ces activités collectives (1.1.1). Nous rappelons que ces activités reposent sur deux modes de *synchronisation*, l'une *cognitive* relative à la construction d'un contexte de connaissances partagées, l'autre *temporo-opératoire* relative à la répartition des tâches entre les différents collaborateurs. Ces synchronisations visent à construire une *conscience mutuelle* et une référence opératoire commune. La *conscience mutuelle* est importante pour l'activité collective car elle permet aux collaborateurs d'interagir avec leur environnement et le groupe de concepteurs. Nous avons également montré la place du *référentiel opératif commun* qui contribue aux partages de compétences spécifiques à chacun et à l'acquisition de nouvelles compétences pour travailler à plusieurs. Enfin, nous avons tracé les différentes typologies de ces activités collectives dans l'objectif de situer les questions qui concernent notre étude (1.1.2). Nous avons pu constater, après notre revue exhaustive des différentes recherches, que ces activités collaboratives peuvent être différentes selon le nombre d'acteurs, l'objet de l'activité, l'espace et le temps dans lesquels se déroulent ces interactions. C'est de là que nous avons défini clairement le cadre de notre étude qui concerne uniquement les activités collaboratives à distance et synchrones entre différents concepteurs, lors de la phase d'esquisse. Cette phase est celle de l'émergence d'idées, de choix et de négociations. Réalisée à distance, elle requiert des outils spécifiques répondant à une dynamique d'échange (entre des verbalisations, des annotations et différents types de représentations graphiques), essentielle à la conception architecturale. C'est donc dans ce cadre que nous avons défini nos observations, expérimentations et études de recherche.

Nous avons également abordé la question des modes d'échange utilisés lors de ces activités collaboratives en conception (1.1.3). Ainsi, nous avons identifié l'importance des communications verbales et des représentations graphiques (comme le cas des annotations, par exemple).

## 1.2 Instrumentation des activités collaboratives

---

### 1.2.1 / Méthodes d'organisation des activités collaboratives en conception

### 1.2.2 / Outils d'assistance à l'activité collaborative en conception

- ✓ 1.2.2.1 / Développement du CSCD
- ✓ 1.2.2.2 / Outils d'assistance aux activités collaboratives *distantes*
  - Outils d'assistance aux activités collaboratives *asynchrones*
  - Outils d'assistance aux activités collaboratives *synchrones*

### 1.2.3 / Synthèse

---

#### 1.2.1 Méthodes d'organisation des activités collaboratives en conception

Depuis quelques années, l'organisation des activités collaboratives en conception a beaucoup évolué. Cette organisation s'adapte au processus itératif spécifique à la conception architecturale et devient de moins en moins séquentielle. Elle ne se résume plus à un enchaînement linéaire d'un ensemble de tâches qui se suivent jusqu'à la réalisation du projet. Cette organisation linéaire se base sur une logique de phases, où chacune est indépendante des autres avec ses propres tâches et objectifs. Plusieurs recherches ont montré que ce type d'organisation limitait la compétitivité des entreprises par rapport au coût, à la main d'oeuvre et au processus créatif des acteurs (Brossard *et al.*, 1997).

Aujourd'hui, les organisations des activités collaboratives tendent plutôt à s'intégrer au processus en permettant la remise en cause et le retour en arrière tout en y intégrant l'activité de groupe.

Ainsi, plusieurs méthodes ont été mises en place afin d'assurer la productivité des équipes et leur efficacité en termes de coût, de délais et de qualité au sein d'un processus. Mais la plupart d'entre elles gèrent plus la coordination du groupe que la conception à plusieurs. Il y a, par exemple, des méthodes qui encouragent la mise en commun des agendas des différents collaborateurs ou l'utilisation de calendriers électroniques pour le rappel des tâches partagées ou encore la mise en place de systèmes de gestion de flux des tâches, *etc.* (exemple d'outils : Staffware, Filenet Workflow, ICL Powerflow<sup>5</sup>).

Ces systèmes de workflows qui décrivent les tâches à répartir entre les différents acteurs, les délais, les modes de validation et les informations nécessaires à chacun pour l'exécution de la tâche, se basent sur des procédures de structuration de tâches spécifiques à chacun et le maintien de leur cohérence pour l'élaboration d'un objectif commun (Levan *et al.*, 1994 ; Courbon *et al.*, 1997). Ils sont généralement structurés à partir d'une organisation graphique en forme de diagramme (*block diagram*) pour le suivi des déroulements des procédures.

Selon Cross (2000), ces organisations ainsi mises en place dans les activités collaboratives tendent à assister la formalisation de procédés permettant aux concepteurs d'atteindre

---

<sup>5</sup> Tous ces outils qui permettent la gestion du travail et des tâches réalisées à plusieurs sont généralement appelés Workflows. Un tableau les résume selon leurs fournisseurs, le nom du produit commercialisé et le type d'action qu'il assiste (Schael T., 1996, p. 125).

rapidement leurs objectifs en diminuant les redites dans leurs réflexions, par exemple.

D'autres organisations, facilitent l'externalisation des idées des concepteurs en encourageant la représentation graphique entre les acteurs. Ces représentations graphiques deviennent ainsi de possibles techniques de production d'idées au sein d'une activité collaborative. Van der Lugt (2002) parle, par exemple, de la méthode *brainsketching* (relative à la méthode de *brainstorming*) qui consiste en une technique de génération d'idées utilisant les représentations graphiques comme principal moyen d'enregistrement de ces idées. Selon lui, ces représentations graphiques servent à stimuler les idées et les interprétations propres au concepteur ainsi que la réinterprétation des idées provenant des autres collaborateurs.

Une autre méthode allant dans le même sens existe pour l'aide à l'externalisation orale via des systèmes d'enregistrements (Bate *et al.*, 1994). Ceux-ci permettent la hiérarchisation des informations évoquées par les concepteurs et leur mise en page en gérant l'excès de données à traiter par les uns et les autres (par exemple : Pilot Lightship ou IRI PC Express <sup>6</sup>).

A partir de l'analyse des stratégies de travail de coordination d'équipes et des systèmes informatiques mis à leur disposition, Kanjaâ, Reymen et Veenvliet (2004) proposent un outil de management d'équipes pluridisciplinaires. Cet outil se base sur des représentations graphiques catégorisant les différents aspects du travail collaboratif, à savoir : l'organisation, la coordination et les outils.

Van Leeuwen et Van der Zee (2005 a) interrogent les algorithmes génétiques dans l'objectif de générer des solutions innovantes par la combinaison de cas.

Heylighen et Martin (2002) se concentrent, quant à elles, sur le développement de systèmes d'interprétation de données transcrites par les acteurs et les relations linguistiques entre les concepts.

En distinguant les différentes formes de la collaboration à distance relativement au temps, à l'espace, aux flux et aux ressources mises à disposition des concepteurs, Kristensen, Hildre, Sivertsen et Røyrvik (2004) ont mis en place un outil de management de projet. Celui-ci donne la possibilité aux entreprises d'observer leurs retours d'investissements en étant dans telle ou telle forme de collaboration.

Se focalisant dans la gestion de conflits, Rose et Lombard (2005) proposent, quant à eux, un outil informatique basé sur la caractérisation des expertises, expériences, connaissances et références mobilisées par les acteurs. Cet outil permettrait aux acteurs de mieux gérer leur organisation et la répartition de leurs tâches.

D'autres méthodes d'organisation de l'activité collaborative plus rationnelles existent aussi, comme l'utilisation de check-lists ou d'arbres décisionnels. Ces méthodes permettent de définir, clarifier et hiérarchiser les objectifs, les décisions et les fonctions de chacun des collaborateurs ainsi que leurs interactions.

Par l'introduction de l'ingénierie concourante, une nouvelle organisation intégrée et

---

<sup>6</sup> Pilot Lightship : <http://www.the-data-mine.com/Organizations/PilotSoftware;>

IRI PC Express : [http://www.knowledgegroup.com/public/us/about/history/default.htm.](http://www.knowledgegroup.com/public/us/about/history/default.htm)

simultanée a fait son apparition dans la gestion des entreprises. L'objectif de cette dernière est de réduire les délais et les coûts des projets et d'augmenter la performance des concepteurs. Cette méthode se base principalement sur la distribution parallèle des tâches et sur l'intégration conjointe des différents paramètres qui concernent le projet. Cette mise en parallèle de tâches permet d'avancer rapidement sur celles qui sont indépendantes.

En conception architecturale, certaines tâches (comme la conception de la façade) dépendent directement des résultats issus d'autres tâches (le dessin des plans, par exemple). Pour Prudhomme (1999), l'activité de conception architecturale est une activité collective, parallèle et intégrée, faisant interagir plusieurs acteurs autour d'un objectif commun. C'est pourquoi la mise en parallèle de tâches s'avère une méthode d'organisation plus difficile à appliquer dans le cas d'activités collaborative en conception architecturale.

David (1998), quant à lui, propose un outil de gestion d'équipe-projet supportant la prise de décision dans le cadre de processus collaboratifs complexes et itératifs. Cet outil permet de structurer l'activité de conception et de réduire les problèmes d'organisation au sein de grandes équipes de projet par l'extraction des flux d'échanges et d'interactions, la compréhension des modes d'organisation et de coordination du groupe et par l'analyse de l'ensemble de ces données.

D'autres recherches tentent de faire évoluer des assistances adaptées à différentes activités collaboratives dont la conception. Prenons l'exemple de la conception centrée utilisateur (la CCU) fondée par Norman (Norman *et al.*, 1986 : dans Caelen, 2006) et dont l'objectif est la spécification de nouveaux dispositifs s'adaptant aux besoins des acteurs. Selon Akrich (1998), les utilisateurs interviennent sur les dispositifs de différentes manières : en exploitant la flexibilité de l'outil et en modifiant ses usages « prescrits », en l'adaptant à ses propres besoins, en lui ajoutant de nouveaux éléments pour enrichir ses fonctionnalités et/ou en le détournant de sa fonction première. Selon lui, la flexibilité de ces outils d'assistance à l'organisation des activités collaboratives permet de répondre aux besoins d'un processus de conception.

Archicad, par exemple, propose au concepteur de donner des caractéristiques aux éléments architecturaux qu'il introduit. Quatre rôles sont prédéfinis par ce système :

- Un administrateur qui coordonne l'équipe et qui qualifie les personnes pouvant accéder et participer au projet.
- Le chef de projet qui définit les règles d'utilisation de l'outil, la charte graphique, les calques à utiliser, les dessins et les éléments de référence à prendre en compte.
- Le membre qui accompagne le chef de projet dans les dessins qui concernent le projet. Il travaille dans un espace qui peut être partagé pour la synchronisation différée des données.
- L'observateur qui peut avoir accès aux fichiers sans pour autant pouvoir les modifier.

Chaque rôle est identifié par un nom d'accès et donne la possibilité de réaliser un certain nombre d'actions qui varie selon l'utilisateur et sa tâche dans le processus de conception.

Parallèlement à ces méthodes élémentaires de gestion et d'analyse de l'activité collaborative,

il existe des modèles plus complets comme celui du ICM (Interdisciplinary Communication Medium) mettant en correspondance des points de vue, des langages et des représentations individuelles spécifiques aux concepteurs (Fruchter *et al.*, 1993). Ce modèle tend à créer des connexions entre tous ces éléments qui composent l'activité collaborative en conception à partir de la définition de quatre opérations formalisant un cycle d'échanges entre acteurs :

- Proposer graphiquement une nouvelle représentation ou modèle du projet et le partager avec ses collaborateurs ;
- Interpréter ce modèle graphique partagé en un modèle plus spécifique qui traduit l'expertise et les connaissances personnelles du concepteur ;
- Critiquer le modèle en effectuant un cycle de transformations passant par l'analyse, l'évaluation puis la synthèse ;
- Expliquer le modèle en effectuant un retour vers la représentation graphique commune qui puisse être compréhensible et facilement saisie par les autres collaborateurs.

Ces différentes méthodes d'organisation de l'activité collaborative en conception, mises en place à partir de procédures ou d'outils, pour la gestion et la coordination de projets conçus à plusieurs, rationalisent et structurent l'activité collaborative (Pahl *et al.*, 1999 ; Darses *et al.*, 2001). Hatchuel (2001) parle à leur égard *d'organisations orientées conception*.

Ainsi, à partir de ces procédures et de ces outils, les acteurs s'organisent de manière opportuniste, se basant sur une flexibilité de l'action (pour prendre en compte le processus itératif de la conception) et permettant la construction de stratégies de travail en groupe. Confirmant ce fait, Visser (2002) explique même que « *L'organisation d'une activité est qualifiée d'« opportuniste » quand le concepteur ne suit pas strictement, c'est-à-dire sans déviation, un chemin prédéterminé selon un plan préétabli, mais tire profit des possibilités d'action qui se présentent au cours de son activité et qu'il interprète comme des « opportunités » du point de vue de leur « coût cognitif »* (Visser, 2002, p. 8).

Plusieurs outils et systèmes d'organisation de l'activité collaborative ont été développés depuis, conduisant à une meilleure compréhension de la conception collaborative pour assurer son organisation (Achten, 2002). Ces réflexions ont été développées sur les spécificités des activités collaboratives en conception, en s'intéressant à leur aspect social (Kvan, 2000 ; Kalay, 2004 ; Evette *et al.*, 2006).

Parmi ces réflexions, il y a celles de Cheng et Kvan (2000) qui se focalisent sur les modes d'organisation et les comportements des groupes dans un environnement de conception. Stellingwerff et Verbeke (2001) ont, quant à eux, travaillé sur une nouvelle représentation de prototype et méthode qui tient compte des facteurs sociaux lors de la conception collaborative (Stellingwerff *et al.*, 2001).

Lors de la 32<sup>ème</sup> conférence internationale sur l'ingénierie industrielle, Tormey, Chira C., Chira O., Roche et Bernnan (2003) ont proposé de développer un environnement virtuel à partir de recherches effectuées sur les aspects sociaux de la conception en collaboration. En étudiant les différentes interactions humaines et les relations d'échange entre les acteurs, leur objectif était principalement de faciliter le partage des connaissances et de préciser les

mécanismes d'organisation des activités collaboratives. Tout comme Kvan (2000), Kalay et Mitchell (2004), Evette et Terrin (2006), Tormey, Chira C., Chira O., Roche et Bernnan (2003) perçoivent l'activité de collaboration à partir d'un contexte social. Ils évoquent des notions telles que : la compréhension partagée, les conflits, les méthodes de résolution de conflits, la disponibilité, la motivation des participants, le statut social, le charisme et d'autres facteurs qui peuvent faciliter ou entraver la réalisation des objectifs.

L'ensemble de ces recherches n'aborderont que très rarement les implications de ces aspects sociaux sur la conception même du projet architectural.

Trois critiques peuvent être aussi annoncées à partir de ces outils et procédures ainsi proposés pour l'organisation des activités collaboratives en conception :

- Ces méthodes assistent plus la coordination de projet que la conception à plusieurs, dans le cadre de la collaboration synchrone et à distance ;
- Elles obligent la description en amont des procédures complètes à suivre qui doivent être acceptées et adoptées par tous les concepteurs ;
- Enfin ces méthodes sont très rigides et les concepteurs ont du mal à les insérer dans leurs pratiques réelles.

En revanche, ces méthodes s'adaptent bien dans le cadre d'applications administratives telles que la gestion des productions de l'agence ou l'aide à l'organisation et à la coordination dans les phases chantier. Mais elles restent difficilement applicables lors des premières phases de la conception où les relations informelles et spontanées restent privilégiées surtout dans le cadre de situations de collaboration entre acteurs.

## 1.2.2 Outils d'assistance à l'activité collaborative en conception

### 1.2.2.1 / Développement du CSCD

Les débuts des recherches effectuées dans le domaine des activités collectives et leur assistance informatique ont commencé dans les années 60.

Parmi ces travaux, nous pouvons citer ceux de Engelbart, plus précisément celui qui a été publié dans le cadre d'un rapport de recherche à l'Air Force Office en 1962 (Engelbart, 1962). Il décrit comment un ordinateur peut assister le travail en groupe. Selon l'auteur, l'ordinateur devrait résoudre ensemble des problèmes et prendre des décisions de manière plus efficace. Dans son introduction, Engelbart expose quelques-unes des disciplines ayant une pratique collaborative, y compris la conception qui, selon lui, pourrait bénéficier des avancées technologiques. Toutefois, il rejette immédiatement l'idée de développer des solutions spécifiques, « toutes faites », pour résoudre un problème spécifique au domaine. De là, sont apparus les premiers travaux qui concernent le CSCW « *Computer Supported Cooperative Work* ».

Un an plus tard, vers 1963 et pour la première fois, Coons écrit à propos de la nécessité d'une conception assistée par ordinateur qui permettrait l'interaction entre plusieurs

utilisateurs (Coons, 1963). Ce travail a permis de jeter les bases de ce qui est appelé aujourd'hui le CSCD « *Computer Supported Cooperative Design* ». Pour Coons, il est nécessaire que l'ordinateur puisse aider plusieurs concepteurs à converser et à effectuer des calculs à travers des postes connectés pour éviter des problèmes de décalage et d'incompréhension.

A la même période, le premier système graphique interactif appelé « Sketchpad » a été inventé par Sutherland (1963). Pionnier, ce système a été développé au MIT Lincoln Laboratory et permettait à ses utilisateurs de dessiner et d'interagir directement sur un écran de neuf pouces à tube cathodique (CRT). Le travail de Sutherland constitue la base de toutes les interfaces graphiques modernes et est souvent repris dans le cadre de conception de table graphique. Ces systèmes développés à partir des idées de Sutherland ont renforcé sensiblement la collaboration.

Parallèlement à cela, diverses approches et différentes modalités ont été inventées, à cette même époque, pour organiser la communication et le traitement de l'information dans un contexte complexe, telles que: « conception participative », « conception multidisciplinaire », « conception coopérative », « ingénierie simultanée », *etc.* (Gregory, 1969).

Toutes ces visions avant-gardistes ont participé au développement de ces deux champs, le CSCW et le CSCD, pour les années qui suivent. Toutefois, étant donné que les travaux d'Engelbart (1962) et Coons (1963) traitent principalement de situations théoriques, leur réponse pour spécifier un système unifié a été intuitive et utopique. Néanmoins, ces travaux ont ouvert la porte à de nouvelles recherches sur les assistances du travail en groupe. Ainsi, outre les recherches sur les CSCW et les CSCD, il y a celles qui concernent : la communication médiatisée par ordinateur (Computer Mediated Communication, CMC), le soutien informatique au travail de groupe (Group Support Systems, GSS) ou encore les systèmes de support aux réunions à distance (Electronic Meetings Systems, EMS).

Durant les années 80, des recherches sur l'utilisation de systèmes de gestion de bases de données accessibles par des applications de CAO pour le bâtiment ont fait leur apparition (Quintrand *et al.*, 1985 ; Guéna *et al.*, 1986). Nous pouvons citer comme exemple le système X2A développé par le Centre d'Informatique et de Méthodologie en Architecture, l'Université de Savoie, L'INSA de Lyon et l'Ecole des Mines de Saint Etienne (Guéna *et al.*, 1988). Ce système était composé de plusieurs outils : un modeleur graphique interactif, un outil d'évaluation technique et un outil de visualisation, qui partageaient une unique base de données mémorisant les caractéristiques des objets constituant un projet de bâtiments (murs, fenêtres, portes *etc.*) ainsi que les relations qu'ils entretiennent (par exemple une fenêtre perce un mur *etc.*). Ces recherches sur la représentation des objets et des connaissances liés au secteur du bâtiment se sont prolongées d'une part vers des applications de l'Intelligence Artificielle et notamment le développement de systèmes experts (Guéna *et al.*, 1988 ; 1989 ; 1990) et d'autre part vers ce qu'on appelle aujourd'hui le « Building Information Modeling » (BIM) (Eastman, 1969), dont nous reparlerons dans les paragraphes

suivants, et qui est généralement présenté comme une technologie de conception architecturale collaborative.

C'est lors d'une conférence tenue à Portland, en 1988, que Bødker publie un document intitulé « *Computer Support for Cooperative Design* » dans lequel il définit la conception coopérative comme étant un type de travail coopératif (Bødker, 1988). C'est à partir de cette publication que la distinction entre le CSCW (s'intéressant aux activités collectives en général) et le CSCD (se focalisant sur les activités de conception collective) s'est construite.

De là, une communauté de chercheurs s'est développée avec un intérêt commun pour l'assistance à l'activité collective. Cette assistance passe autant par la spécificité d'outils que par l'organisation de groupes de travail engagés dans des pratiques collectives en présence ou en réseau. Le CSCW s'est ainsi imposé en tant que champ scientifique à part entière (Grudin, 1994). Plusieurs conférences se sont intéressées à l'activité collective et ont même consacré au moins une session « collaborative design » où différents prototypes d'outils ont été proposés (CAAD Futures, ACADIA, eCAADe, etc.).

L'autonomisation disciplinaire de ce champ CSCW, ne l'a pas empêché d'intégrer d'autres champs de recherche qui l'ont interrogé et ont cherché à la définir, tels que : l'ethnologie, la sociologie, la psychologie, la cognition et l'ergonomie, pour assister les activités de travail à plusieurs (Cardon, 1997).

Ainsi, des années 90 à ce jour, les champs du CSCW et CSCD n'ont cessé de s'accroître de manière spectaculaire et des outils d'assistance au travail en groupe ont commencé à apparaître (Lawson, 1990 ; Maher *et al.*, 1993 ; Wojtowicz, 1995 ; Scrivener *et al.*, 2000), pendant que d'autres recherches tendaient déjà à analyser les effets de l'activité collective et de ses nouveaux outils sur le travail en général et le processus de conception architecturale, en particulier (Gabriel *et al.*, 2002). Leur centre d'intérêt porte sur la façon dont les personnes travaillent ensemble et ses conséquences sur le comportement du groupe. Les outils développés dans ce cadre et dont l'objectif est d'assister le travail à plusieurs, sont reconnus sous le nom de *groupware* (ou collecticiels). Ils ont principalement été utilisés pour la coordination des flux de travail sous forme de base de données et pour la gestion électronique de documents appliqués localement ou dans un large environnement de réseaux.

Selon Palmer, Burns et Bulman (1994), un collecticiel est <sup>7</sup> : « un système qui intègre le traitement de l'information et les activités de communication dans l'objectif d'aider les utilisateurs à travailler ensemble au sein d'un groupe ».

Internet est au centre de tous ces outils, facilitant leur émergence et leur déploiement dans les entreprises et au sein de l'activité (Levan *et al.*, 1994). Selon Frayret, D'Amours F. et D'Amours S. (2003), internet est considéré dans ce cadre comme un outil « facilitateur de la mise en place de cadres de transaction et d'opération » entre

---

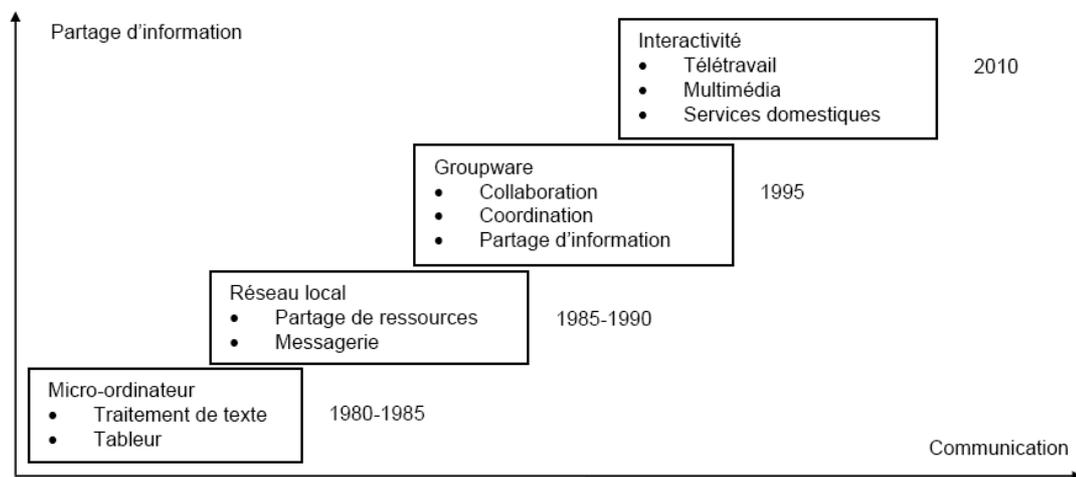
<sup>7</sup> Cette traduction est proposée par Chatty et Lecoanet (1996, p. 3).

l'ensemble des collaborateurs (Frayret *et al.*, 2003, p. 42).

Pour classer l'ensemble de ces outils et les répertorier, différentes typologies ont été proposées.

Par exemple, Hubert, Thai et Nogier Molly-Mitton (1995) proposent deux classifications de ces collecticiels :

- La première est relative à leur évolution dans le temps (*cf.* figure 9). Cette première classification permet de montrer l'évolution des outils aidant le travail en entreprise et qui étaient proposés sur le marché relativement au développement des technologies dans le domaine informatique. La figure 9 montre que, du passage du micro-ordinateur (entre les années 1980 et 1985) aux systèmes permettant l'interactivité (via des systèmes tels que la visioconférence), différents outils ont été mis en place cherchant à assister les activités collectives au sein des entreprises.



**Figure 9 : Classification des collecticiels relative à leur évolution temporelle, selon Hubert *et al.* (1995, dans Restpero, 2006, p. 37)**

- La deuxième classification est relative à leur fonctionnalité dans le processus du travail collectif (*cf.* figure 10). Ainsi quatre axes ont été définis par ces auteurs représentant les fonctions qu'assistent ces outils : 1/ le partage de ressources, 2/ le partage d'informations, 3/ la coordination, 4/ la communication.

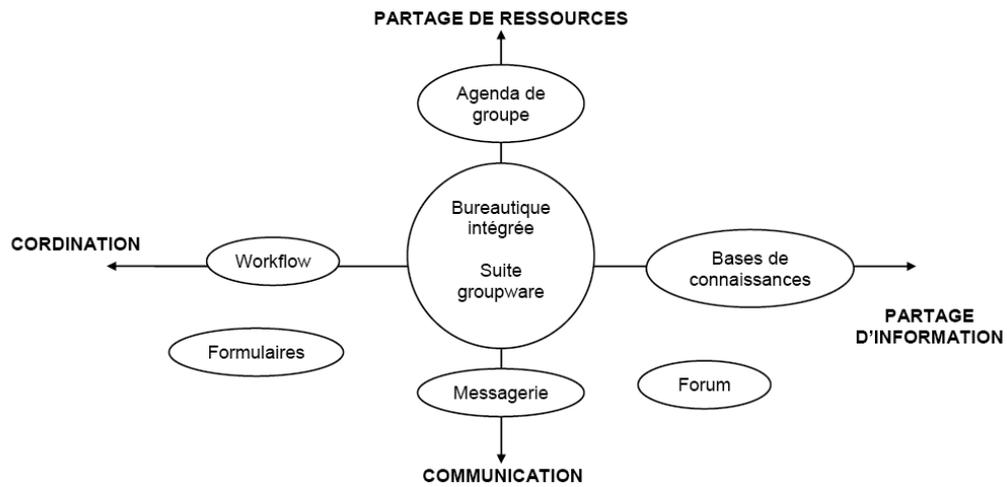


Figure 10 : Classification des collecticiels relativement à leur fonctionnalité, selon Hubert *et al.* (1995, dans Restpero 2006, p. 38)

Une autre classification a été proposée par Cardon (1997) sous le nom des « sept familles du CSCW » (Cardon, 1997, p. 21). Ces modèles familiaux révèlent des ensembles différents de collecticiels dont 1/ les espaces de dessins partagés (videodraw, TeamWorkStafion, DigitalDesk), 2/ les mediaspace (Cavecat, Rave, Collab, VideoWindow, Telecollaboration, Kasmer, Audiospace), 3/ les outils coopératifs asynchrones (Workflow management system : Lotus Notes, Link Work, Coordinator), 4/ les P.C. coopératifs : Cruiser, Portholes, Conference Desk, Montage, Forum), 5/ les tableaux électroniques (LiveBoards, Smart), 6/ les systèmes de réunions électroniques (Colab, Cognoter, GroupSystems, l'Amsterdam Conversation environnement, Dolphin), 7/ les environnements virtuels (Cooperative Virtual Environnement : Dive, Massive, Freewalk, SecondLife).

Mais la classification la plus récurrente en matière de collecticiels reste celle mise en place par Johansen (1988) puis reprise par Ellis, Gibbs et Rein (1991) et Gaver (1992). Cette classification spatio-temporelle est relative à l'espace qui réunit l'ensemble des collaborateurs mais aussi à la temporalité des échanges (*cf.* figure 11).

	Co-presence	Distance
Synchrone	Réunion en co-presence Tableau blanc Affichage commun	Téléphone Tchat Partage d'écran Vision conference E-room
Asynchrone	Serveur de documents E-mails Post-it	Serveur de documents E-mails BIM

Figure 11 : Répartition des collecticiels relativement à la matrice Espace/Temps définie dans le champ du CSCW (selon Gaver, 1992, dans Ben Rajeb *et al.*, 2012)

Selon les auteurs, d'une part, il y a des collecticiels qui assistent des activités collaboratives en co-présence (c'est-à-dire se déroulant dans un même lieu, par exemple : les post-it, les tableaux blancs pour des réunions en co-localisé, *etc.*), et des activités collaboratives se déroulant à distance (c'est-à-dire dans des lieux différents, par exemple : les serveurs, le téléphone, ou les systèmes de visioconférence). D'autre part, parmi ces collecticiels, il y a ceux qui offrent des fonctionnalités permettant d'interagir de façon synchrone sur (on cite par exemple : les systèmes de visioconférence ou *MSN Messenger* pour des activités collaboratives à distance, ou les tableaux blancs lors d'activités collaboratives se déroulant en coprésence) et d'autres qui permettent les échanges asynchrones (on cite par exemple : les post-it pour des activités collaboratives en coprésence et des logiciels type BIM pour des activités collaboratives en coprésence).

Dans le cadre de notre recherche (*cf.* section 1.1.2), nous nous intéressons spécifiquement aux collecticiels qui tendent à assister les activités collaboratives se déroulant à distance.

### 1.2.2.2 / Outils d'assistance aux activités collaboratives distantes

#### ✓ Outils d'assistance aux activités collaboratives asynchrones

##### ➤ Systèmes de stockage et d'organisation de l'information

Plusieurs chercheurs ont travaillé sur l'organisation et le stockage d'informations dans le domaine de la conception grâce à des systèmes du type serveurs de documents.

Ces outils de partage de documents sont communément appelés Gestionnaire Electronique de Documents (ou systèmes GED) dont l'objet principal est l'organisation de données existantes et partagées par plusieurs utilisateurs (Hubert *et al.*, 1995). Cette organisation doit, selon Levan et Liebmann (1994), gérer quatre fonctions : l'acquisition, le stockage, la consultation et la communication des données.

D'autres applications type PDM (Product Data Management) pour la gestion de bases de connaissances relatives au travail en groupe ont aussi été développées (Lotus Notes par exemple). Formées de plusieurs documents semi-structurés, elles participent à la sauvegarde d'une mémoire de groupe contenant des informations sur l'historique des communications entre les acteurs (Hubert *et al.*, 1995 ; Courbon *et al.*, 1997). Dans la même lignée, d'autres bases de connaissances de gestion de vie du produit appelées PLM (Product Lifecycle Management) ont été développées. Elles consistent en des serveurs pour le stockage d'outils et de documents relatifs à la production du projet. Dans le même objectif, Oakley (1990) a fait un inventaire des méthodes de gestion de documents en conception. Maher (1993) s'est aussi intéressé à des questions liées au développement de

modèles multi-utilisateurs, de données partageables par plus d'un programme d'ordinateur et de systèmes de CAO qui appuient la conception à plusieurs.

Généralement, ces recherches pour le développement de produits de modélisation et de données partageables impliqueraient l'implantation d'approches orientées objets (Van Leeuwen *et al.*, 2005 a). La méthode appliquée dans le développement de ces modèles serait de prédéfinir un schéma standardisé de classe d'objets dans une plateforme commune et pour un domaine particulier. Les travaux effectués par Eastman (1999) sur les « Building Information Modeling » ont été focalisés sur les environnements numériques par lesquels les concepteurs pouvaient partager et échanger des données dans le secteur de l'architecture et du bâtiment. Les différents acteurs de la conception architecturale peuvent ainsi accéder à un modèle partagé et échanger des données sur le projet. Des langages communs ont été développés, représentés sous forme de schémas de classes d'objets (IFC<sup>8</sup>) afin de permettre une meilleure interopérabilité des logiciels. Cependant ces schémas de classes sont orientés vers la réalisation de l'édifice et décrivent les composantes à construire d'un bâtiment (murs, portes, fenêtres, *etc.*). Ils peuvent représenter aussi des acteurs, des procédures, des documents et des organisations prédéfinis dans un modèle implémenté dans le cadre de logiciels commercialisés (comme par exemple : Revit d'Autodesk, ou encore ArchiCad ou All Plan). En utilisant ces schémas, les dessins sont décrits par une population de modèles ayant, entre eux, des propriétés et des relations définies par la classe dans laquelle ils se trouvent. L'échange de ces modèles se fait en les plaçant dans des bases de données centralisées. Ces schémas rendus fixes et inaccessibles à l'utilisateur ne sont ainsi pas utilisables lors des premières phases du projet là où les composantes du bâtiment sont encore inconnues. Ces systèmes fondés sur les BIM sont utilisables uniquement dans des phases terminales de la réalisation d'un projet, une fois la conception terminée.

En effet, cette notion de standardisation de classes d'objets sous la forme de modèles ou dessins serait basée sur l'hypothèse que tous les acteurs du projet partageraient le même point de vue et seraient satisfaits par le classement de base tout au long du projet.

Mais il n'est pas à négliger qu'un des avantages de ces systèmes asynchrones est la possibilité de sauvegarder des données en commun et de garder une traçabilité quant à leur date de rendu et la qualité de ce qui est à rendre (Chimits *et al.*, 1996). Ces outils créés ainsi pour la gestion des flux de travail et des documents produits au cours du processus sont généralement des entités organisées et centralisées dans des dossiers ou des bases de données partageables. Cette centralisation de données avec le CSCW est un bon moyen de communication mais il reste isolé du processus dans lequel le projet et ses acteurs évoluent (Beetz *et al.*, 2004).

---

<sup>8</sup> Industry Foundation Classes : norme d'échange décrivant les objets du secteur du bâtiment.

Van Leeuwen, Van Gassel et Den Otter Leeuwen (2005 b) proposent aussi de définir les limites de ces systèmes :

- Inadéquation des normes entre les acteurs : la description sous forme de classes de ces objets est souvent orientée vers la phase de production puisque les concepts utilisés au départ du projet diffèrent lors des phases qui suivent. Ceci implique que les acteurs se trouvent dans l'obligation de prendre des décisions trop abouties dès les premières phases de conception alors qu'ils ne sont pas encore arrivés à la phase de production.
- Schémas inaccessibles : les schémas sont prédéfinis et ne sont en aucun cas accessibles aux acteurs pour être changés. Ils sont également difficiles à utiliser lors des premières phases de conception.
- Normes inflexibles et rigides : cette normalisation se base sur la définition de classes d'objets du monde réel avec toutes leurs propriétés et leurs relations les uns aux autres. Ceci implique une classification de produits et une normalisation qui ne sert pas nécessairement les besoins des acteurs et leurs concepts. Cette normalisation exige de grands schémas d'abord difficiles à réaliser mais aussi difficiles à maintenir à jour par rapport aux changements successifs de la technologie et de la pratique.
- Echange plutôt que partage : l'échange de documents ou l'utilisation de bases de données centralisées pour la communication séparent les données de leurs sources et les isolent de tout processus ce qui peut les rendre potentiellement incohérentes et non actualisées.

Selon les auteurs, toutes ces limites rendent difficile l'intégration de ces systèmes au cours du processus de conception car ils restent centrés sur la gestion et l'organisation de données partageables dans le cadre d'une conception distribuée et non de conception collaborative telle que nous l'entendons.

➤ Systemes d'annotations asynchrones dans des environnements virtuels

D'autres travaux se sont focalisés par ailleurs sur les environnements virtuels 2D et/ou 3D partagés qui sont une toute autre manière d'assister les activités collectives distantes et asynchrones.

Citons, à titre d'exemple, les systèmes développés et mis en place dans les systèmes de CAO pour l'aide à la discussion, la négociation et la revue de projets. Ces outils sont à l'intermédiaire des outils de partage de données et des outils de partage d'environnement de travail. Parmi ces systèmes, nous prenons comme exemple les outils d'annotations sur des représentations intermédiaires ou aussi les *viewers* des modèles CAO dont les fonctionnalités restent relativement accessibles aux différents concepteurs pour des annotations asynchrones.

Un autre outil a été développé par Boujut et son équipe (Boujut *et al.*, 2009) favorisant l'annotation et la modification partagées, de manière asynchrone, de données insérées dans un environnement 3D (Annot'Action). Il intègre différentes

fonctionnalités dont : 1/ le partage de représentations formelles et textuelles et la gestion de leur organisation dans cet environnement 3D, 2/ la constitution de groupe de partage et la distribution des rôles de chaque concepteurs du groupe, 3/ l'explicitation de la structure sémantique des annotations et leur caractérisation à partir de la construction collective d'arbres d'argumentation reliée aux scènes 3D avec un pointeur 3D.

Ces systèmes d'annotations d'objets modélisés dans des environnements 2D (Spacepen : Jung *et al.*, 2002 ; VAnno : Harmon *et al.*, 1996) ou 3D (Redliner : Jung *et al.*, 2002 ; Voice annotator : Verlinden *et al.*, 1993 ; Environnement Matrics : Aubry, 2007) proposent des espaces virtuels dans lesquels tout concepteur ou autre acteur peut se rendre, apporter des modifications à la conception en laissant des commentaires et des annotations pour d'autres afin d'être examinés plus tard. Mais ce type de système ne sert généralement que pour le pointage de certains éléments du projet ou le dimensionnement du modèle 3D (exemple : Redliner).

Ces systèmes ont aussi montré leurs limites en ce qui concerne les temps de développement, d'évolutivité et de maintenance des logiciels. Rares sont ceux qui sont considérés dans leur version définitive et sont appliqués dans le cadre d'une pratique réelle. Ajouté à cela, la réelle difficulté est qu'intervenir directement sur le modèle 2D et/ou 3D impose aux collaborateurs d'annoter et de commenter sur des modèles initialement construits dans ces environnements.

➤ Etudes des effets de ces nouveaux outils sur l'activité collaborative

Nemiro (2001) montre par exemple, dans une étude menée auprès de 36 personnes divisées en 9 groupes, la différence des outils utilisés selon la situation dans laquelle ils s'insèrent. Selon l'auteur, les équipes délocalisées utilisent différentes ressources de communication pour échanger oralement et graphiquement des idées. La fréquence de leurs réunions hebdomadaires varie selon l'état d'avancement de leur projet. L'utilisation de courriels, de téléphone et de systèmes de visioconférence est plus nombreuse au début du projet qu'à sa phase de finalisation. En effet, les systèmes de partage synchrone sont plus efficaces pour les phases préliminaires de conception. Certains membres utilisent en plus d'autres systèmes tels que les forums de discussion, les messages instantanés, le partage d'écran à distance, les serveurs de données partagées et le fax. Il est rare de les voir utiliser des courriers postaux pour les échanges entre les différentes équipes de travail.

Dans ce cadre, Jimenez (2010) a présenté un tableau récapitulant les principaux systèmes d'aide au travail en groupe utilisés dans les entreprises et recommandés par des experts (Frayret *et al.*, 2003 ; Breslin, 2008) selon leur utilité au sein du processus de conception (*cf.* tableau 3).

Outils collaboratifs	Utilisation
<b>Communication</b>	Le courriel, le chat, la visioconférence, le tableau blanc, la messagerie instantanée, le partage d'informations dans les logiciels CAO, l'édition partagée, les forums de discussion, les conférences Web, les systèmes intégrés pour les échanges graphiques.
<b>Développement du produit</b>	PLM (Product Lifecycle Management), PDM (Product Data Management) qui fonctionne de pair avec les outils de CAO (Conception Assistée par Ordinateur).
<b>Coordination de tâches</b>	Gestionnaires de workflow qui assistent le chef de projet dans le suivi de son projet, contrôlent et accélèrent les interactions entre les contributeurs, les relecteurs et la personne chargée de la validation.  Agendas partagés
<b>Gestion et suivi de projets</b>	Les collecticiels : Dotproject, MS Projet. Ils permettent le suivi du déroulement du projet et la coordination des tâches.
<b>Capitalisation des connaissances et de partage de l'information</b>	Wikis, Gestion électronique documentaire (GED) comme DropBox ou les portails de publication centralisée et de diffusion : Microsoft Share Point, SAV (Services après vente), FAQ (Foire aux questions)
<b>Réseaux de contacts</b>	Liste de contacts, agenda et invitation des événements, l'intranet, l'extranet et Internet.

**Tableau 3 : Classification des outils de collaboration selon leur utilisation dans les entreprises** (Selon Jimenez, 2010, p. 30)

L'auteur liste (*cf.* tableau 3) ainsi différents rôles de ces collecticiels dans les activités collaboratives : pour communiquer, pour développer l'objet à concevoir, pour coordonner les tâches du groupe, pour gérer et suivre le projet, pour partager des informations et capitaliser les connaissances du groupe, pour gérer les réseaux et les contacts du groupe.

Klein et Kleinhanns (2003) ont montré par ailleurs que le choix d'un outil dans une situation collective de conception architecturale distante devrait se faire relativement aux spécificités du contexte dans lequel se réunissent les concepteurs. Selon eux, des outils de partage audio ou des systèmes de visioconférence facilitent le contact informel et non prévu qui stimulerait l'échange d'idées entre les concepteurs délocalisés.

Hisarciklilar (2009) a réalisé une revue de ces différents outils pour l'annotation de documents à distance (*cf.* tableau 4). L'auteur a montré que la plupart d'entre eux n'offrent que des échanges type post-it qui, selon lui, suivent uniquement « *une logique unidirectionnelle de communication* » (Hisarciklilar, 2009, p. 118).

Logiciel	Situation de communication	Format 3D	Contenu	Ancre	Support de méta-information
Immersive Discussion Tool (IDT) [Craig & Zimring, 2002]	Synchrone	VRML via Java3D	Texte libre, collectivement éditable	Flèche pointeur 3D, Flèche de dimensionnement 3D, Redlining 3D, ancrage spatiale	Non
Redliner [Jung & Do, 2000; Jung et al., 2002]	Asynchrone	VRML via Java3D	Texte libre	Sphère pointeur 3D ancrage spatiale	Oui
Spacepen [Jung & Do, 2000; Jung et al., 2002]	Asynchrone	VRML via Java3D	Dessin libre 2D sur la scène		Oui
Voice annotator [Verlinden et al., 1993]	Asynchrone	-non spécifié-	Son	Pointeur 3D ancrage spatiale	Non
VAnno [Harmon et al., 1996]	Asynchrone	-non spécifié-	Son	Panel de contrôle 3D ancrage spatiale	Non
Environnement Matrics [Aubry, 2007]	Asynchrone	3D XML via Environnement Virtools	Texte libre et instances d'ontologies de domaine	Pointeur 2D avec texte ancrage mixte	Oui

**Tableau 4 : Comparaison entre différents outils pour l'assistance à l'annotation à distance** (par Hisarciklilar, 2009, p. 118)

Le plus souvent, les systèmes développés dans ce cadre (tels que cités dans le tableau 4) donnent un repère sur lequel les concepteurs peuvent s'appuyer mais ne maintiennent que des données volatiles. Et même dans le cas où ces nouvelles données, supposées partagées, se conservent dans le document, elles prennent souvent la forme de questions / réponses qui peuvent être explicites pour certains acteurs mais implicites pour d'autres.

D'autres chercheurs soulignent aussi l'importance de considérer ces outils relativement aux logiciels de DAO<sup>9</sup> ou de CAO<sup>10</sup>, d'ores et déjà utilisés par les architectes dans leur activité de collaboration (Mitchell 1990 ; 2004 ; Mitchell *et al.*, 1991 ; Kalay *et al.*, 2004).

Ainsi se pose la question de l'homogénéité des différents outils informatiques mis à disposition des concepteurs. Gutwin et Greenberg (1998) soulignent, par exemple, dans leur étude sur les outils d'aide au travail en groupe et à distance, l'importance de cette standardisation qui assurerait selon eux la fluidité des interactions et des échanges entre des collaborateurs dispersés mais travaillant sur un même projet de conception. Chatty et Lecoanet (1996) s'accordent sur l'idée que la manipulation de différents outils au sein d'un même processus rend la collaboration moins naturelle et plus coûteuse en termes d'activité même de conception. Selon eux, un environnement de travail collectif à distance efficace devrait combiner des systèmes d'échange en temps réel tels que le téléphone et

<sup>9</sup> DAO : Dessin Assisté par ordinateur.

<sup>10</sup> CAO : Conception Assistée par ordinateur.

des systèmes d'échange en temps différé tels que les courriels. Suivant cette idée, Mitchell et McCullough (1991) soulignent l'importance de la constitution d'un *environnement numérique commun*, avec un matériel et des applications partagées, dans l'échange de fichiers, dans l'intégration des modifications, l'édition des fichiers et la coordination des tâches dans le projet.

➤ En conclusion

La plupart des outils d'aide aux activités collectives présentés précédemment n'assistent en fin de compte que celles que nous avons définies comme étant coopératives et asynchrones. En effet, si l'on s'appuie sur notre hypothèse qui est de considérer les activités collaboratives comme un processus de négociation et de réflexions communes autour d'une même tâche et pour un même objectif, ne partager que des données n'est pas, selon nous, collaborer. Bien entendu, ces systèmes d'aide aux échanges et aux interactions asynchrones assistent la conception à plusieurs en permettant et en facilitant l'accessibilité des données à distance aux collaborateurs mais ils ne s'appliquent généralement que sur des projets bien spécifiques où l'aspect technique se trouve être privilégié. C'est pourquoi nous ne nous attarderons pas sur ces outils dans le cadre de notre recherche.

✓ **Outils d'assistance aux activités collaboratives synchrones**

Même si la réunion en coprésence demeure la situation privilégiée en conception architecturale, dès lors où les concepteurs se retrouvent géographiquement séparés, l'assistance devient plus difficile à gérer et à maîtriser.

Parmi les systèmes les plus connus et utilisés aujourd'hui pour les activités collaboratives synchrones et à distance, nous pouvons citer les outils de discussion et de conférence électronique qui permettent à un groupe de concepteurs de converser à distance depuis leurs postes de travail (Hubert *et al.*, 1995). Les plus diffusés d'entre eux demeurent Skype (gratuit) et les systèmes de visioconférence et de partage d'écran (payants). Ces systèmes s'appuient sur une fluidité du réseau qui varie selon les outils mis en place à cet effet. Ils peuvent proposer, en plus, des fonctions telles que la gestion de fichiers ou la planification de certaines actions. Mais, dans tous les cas, ils imposent une procédure d'identification en amont et dépendent directement de l'état de pixellisation de l'affichage pour assurer une bonne communication entre les acteurs.

D'autres systèmes sont aussi proposés pour permettre l'annotation à distance tout en intégrant des fonctionnalités du type chat pour permettre les échanges synchrones entre les collaborateurs (exemple *CoCreate OneSpace* ou *PTC ProductView*). Nous pouvons en citer d'autres comme *Immersive Discussion Tool (IDT)* pour l'annotation synchrone de scènes 3D, adaptée à l'activité collaborative distante dans le domaine de l'architecture et de l'ingénierie.

De nouveaux collecticiels commencent aussi à se développer du type *environnements de travail synchrone en ligne* (appelés communément aussi les e-rooms). Ils s'appuient sur des systèmes de partage via le Web et intègrent des technologies de communication et de graphisme mises en ligne. Ils permettent ainsi des échanges graphiques et textuels synchrones.

Ces environnements donnent le plus souvent la possibilité aux acteurs de se voir, de se parler et éventuellement de dessiner ensemble.

Les environnements de ce type<sup>11</sup> sont généralement payants et ne sont pas spécifiquement développés pour assister la conception architecturale à plusieurs. Les plus connus sont ceux déployés par Webex (exemples : GoToMeeting et MeetMeNow), ou aussi par Business Meetings (exemples : spread.com, TeamViewer, Bridgit Conferencing, BeamYourScreen, iVocalize et WebHuddle).

Une étude sur les systèmes synchrones pour les activités collaboratives distantes graphiques a été réalisée par Leclercq et Detheux (2009) dans le cadre de la recherche COCREA. Les auteurs comparent ici les fonctionnalités offertes par onze différents collecticiels qui ont pour vocation de permettre le partage synchrone et à distance de représentations graphiques 2D entre plusieurs acteurs. Selon les auteurs de l'étude, ces outils permettent essentiellement des mises au point ponctuelles sans pouvoir gérer pour autant plusieurs documents superposés et sans donner la possibilité d'exploiter de grandes surfaces de travail.

D'autres outils fondés sur un environnement de partage immersif ont été exploités pour la collaboration à distance et en temps réel, en conception architecturale. Il y a par exemple des cyberspaces sociaux type *Second Life* qui ont été détournés pour être utilisés dans le cadre de conception de projets architecturaux (Bourassa *et al.*, 2007, cf. figure 13).

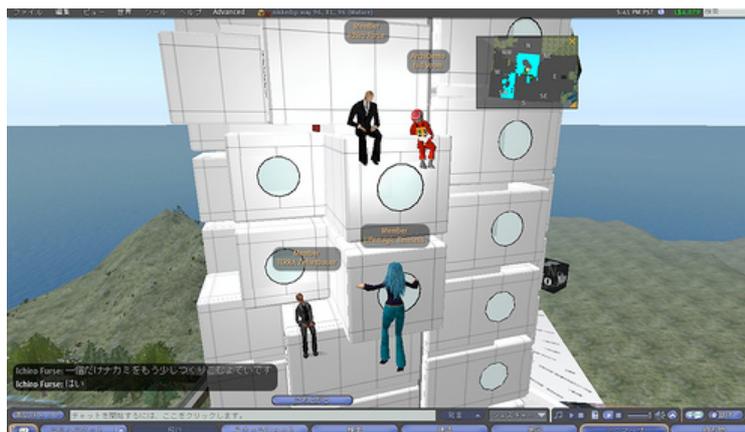


Figure 12 : Construction / conception à plusieurs d'un bâtiment sur Second Life (IAC<sup>12</sup>)

<sup>11</sup> Les plus connus de ces collecticiels sont listés sur [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_collaborative\\_software](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_collaborative_software) et sur [http://en.wikipedia.org/wiki/Collaborative\\_editor](http://en.wikipedia.org/wiki/Collaborative_editor) avec une comparaison intéressante de ces différents systèmes.

<sup>12</sup> Image en libre accès sur : [http://farm4.static.flickr.com/3188/3076342402\\_d9fc54436d.jpg](http://farm4.static.flickr.com/3188/3076342402_d9fc54436d.jpg).

Ces environnements virtuels comprenant une interface graphique 3D permettent à différents concepteurs (représentés chacun par un avatar, cf. figure 13) d'échafauder collectivement des objets architecturaux. Ces objets sont construits à partir de formes géométriques dans lesquelles il est possible de naviguer, transformant cet espace virtuel en lieu habité. Les avatars peuvent ainsi s'y installer, les transformer et les visiter à plusieurs et en temps réel (tel que montré dans la figure 13). Ces formes géométriques sont créées et modifiées directement à partir d'un « *kit de construction* » offert par l'outil (dans une des fenêtres présentées en bas de l'interface, cf. figure 13).

Ces environnements sont pertinents dans la construction collective d'un modèle numérique 3D, supportée par d'autres outils d'échange textuel en ligne et de chat. Les technologies des mondes virtuels souffrent cependant de certaines limites qui freinent leur utilisation dans la pratique professionnelle : difficultés pour importer et exporter des modèles numériques 3D depuis et vers le monde réel, difficile acceptation de leur usage par les acteurs de la profession *etc.* (Riahi, 2012).

D'autres types d'environnements immersifs partagés ont été développés dont un favorisant les interactions directes entre un concepteur et l'interface de visualisation dans laquelle il interagit. Cet outil spécifique conçu au Canada et nommé *Hybride Ideation Space* (HIS) est basé sur une technologie hybride *via* un studio de design (cf. figure 14). Il permet un sentiment de présence en temps réel et d'immersion augmentée dans l'esquisse dessinée à main levée (Dorta *et al.*, 2011). Il est formé d'une tablette graphique additionnée à un système de projection 360° *via* une caméra HD. Grâce à ce système, les concepteurs peuvent dessiner une perspective normale sur une tablette graphique tandis que le logiciel HIS déforme cette esquisse dans un panorama sphérique de 360 degrés formant ainsi un genre de trompe-l'œil (cf. figure 14).



**Figure 13 : Le Hybride Ideation Space (HIS) pour une collaboration synchrone et distante** (dans Dorta *et al.*, 2011, p. 276)

Les concepteurs se sentent immergés à l'intérieur d'un environnement 3D dessiné tel que montré dans la figure 14. Ainsi, deux concepteurs collaborant avec deux systèmes HIS géographiquement séparés (un HIS installé à Berkeley et un autre à Montréal) peuvent esquisser des panoramas donnant l'impression d'une modélisation 3D et, cela de part et d'autre de l'environnement immersif. L'étude

de cet outil innovant est intéressante en soi mais son installation reste encombrante et demande qu'un espace soit aménagé spécialement pour ce système.

Un autre système se basant sur une même logique de partage d'esquisses réalisées à main levée mais dans un environnement 2D existe aussi, c'est le Studio Distant Collaboratif (SDC). Créé et développé au laboratoire LUCID-Ulg de l'Université de Liège, c'est un système qui vise à recréer virtuellement, à distance, les conditions de travail collaboratif en co-présence.

L'objectif premier de cet outil lors de son développement est d'assister la collaboration distante en conception architecturale, dès la phase esquisse. Pour ce faire, le SDC fait interagir différentes modalités comme la parole, le dessin et les gestes de concepteurs géographiquement distants. Sa création s'appuie d'ailleurs sur deux hypothèses :

- la première est que l'outil privilégié d'un concepteur serait l'esquisse et le dessin fait à main levée ;
- la deuxième est que la collaboration en conception architecturale passerait par des échanges multimodaux : graphiques, gestuels et verbaux.

Le SDC combine à cet effet trois éléments (*cf.* figure 15):

- 1- Une plateforme digitale numérique sous la forme d'une table graphique permettant d'une part la projection de plans et d'images en grand format (A0 par exemple) et d'autre part le dessin à main levée grâce à un stylet<sup>13</sup> mis à disposition avec le système.
- 2- Un dispositif de visioconférence à travers un écran disposé face à l'utilisateur permettant de voir et d'écouter l'autre, dans le but d'assurer des réunions interactives et des communications à distance et en temps réel.
- 3- Cet ensemble est complété par un logiciel de dessin à main levée appelé Sketsha permettant d'importer des documents, de créer des calques, de produire des esquisses et des annotations et de les partager en temps réel et à distance.

---

<sup>13</sup> La version dont nous disposons au laboratoire aujourd'hui permet l'utilisation d'un seul stylet pour une seule tablette. Il est prévu par les développeurs du système de donner la possibilité aux futurs utilisateurs de dessiner ensemble et simultanément sur une même tablette.



Figure 14 : L'environnement de travail proposé par le Studio Distant Collaboratif (selon Ben Rajeb *et al.*, 2010 a)

Grâce à ce logiciel Sketsha, le SDC permet d'importer des fonds de plan et d'esquisser dessus, par l'intermédiaire du bureau virtuel et du stylet, en proposant un plumier digital formé d'une palette de différentes couleurs et épaisseurs de trait (cf. figure 16). Tout comme une situation de travail en présence, ces esquisses sont produites sur des calques créés, nommés, partagés et gérés par les concepteurs. Ce système offre aussi la possibilité de manipuler ces calques (mise à échelle, rotation, translation, superposition, *etc.*) et de les annoter en temps réel.

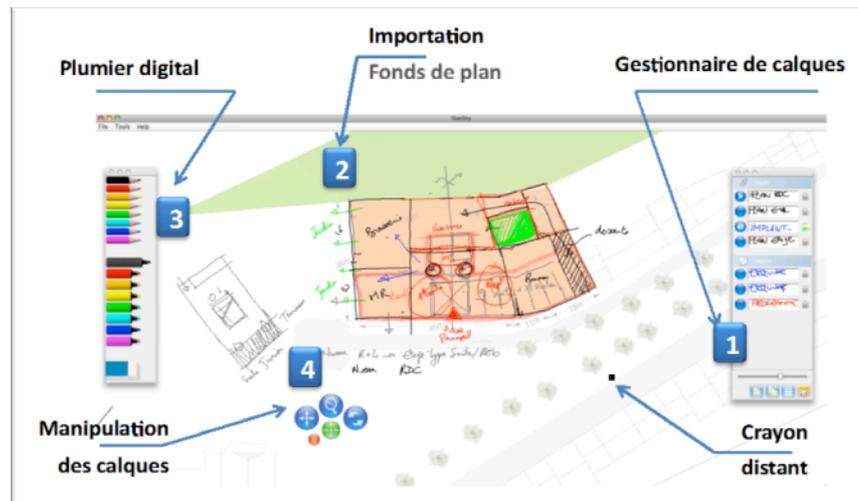


Figure 15 : Sketsha, le logiciel d'aide à la gestion et au partage d'esquisses, d'annotations et d'images à distance (selon Ben Rajeb *et al.*, 2011 b)

### 1.2.3 Synthèse

Il y a une infinité de points de vue pour traiter la question des activités collaboratives et leurs assistances informatiques. Néanmoins, la plupart des recherches se focalisent principalement sur les aspects techniques de l'activité collaborative en général, et n'interroge que très rarement les activités collaboratives spécifiques à la conception architecturale du point de vue des opérations cognitives mises en jeu.

Ainsi, les outils présentés dans notre état de l'art (cf. Chap. 1.2) ne sont que très rarement exploités pour des activités de conception collaborative à distance d'un projet architectural.

Les outils qui sont actuellement les plus répandus et mis en place dans les entreprises (tels que les e-mails, les fax et les serveurs) permettent principalement le travail asynchrone entre les membres de l'équipe ainsi que l'enregistrement et le partage de documents et d'informations concernant le projet. Tandis que les échanges informels d'informations se font généralement de manière synchrone et via le téléphone ou des systèmes de visioconférence.

Ces outils sont efficaces pour la coordination des tâches, l'échange d'informations asynchrones et le traitement de questions ponctuelles et bien définies qui concernent le projet. Mais ils restent insuffisants lorsqu'il s'agit de partager des idées dans le cadre de la conception.

En effet, même si les outils utilisés actuellement dans les agences pour les échanges à distance et synchrones semblent plus adaptés qu'avant aux phases préliminaires de conception ils ne permettent que très difficilement (par détournement) la transmission d'informations non verbales. Certains systèmes peuvent néanmoins pallier à ce problème (comme des systèmes de partage d'écran : Click to meeting de Radvision ou Go to meeting de Webex) mais les décalages observés, entre le moment où les traces graphiques sont produites et le moment où elles sont transmises, sont tels que le partage d'informations graphiques se fait dans une dynamique qui n'est pas naturelle pour l'échange, la négociation et la production d'idées.

Etant un système interactif de partage et de production collaborative en temps réel et en réseau, nous avons choisi le SDC (Studio Distant Collaboratif) pour réaliser nos observations *in situ* et nos expérimentations. En effet, la facilité de son apprentissage et de sa prise en main facilite son insertion dans des pratiques collaboratives de conception architecturale. Le SDC participe ainsi dans notre étude à comprendre et à analyser cette situation particulière de conception architecturale qu'est la collaboration distante et synchrone.

## 1.3 / Conclusion : Etat de l'art des connaissances

---

Depuis les années 90, de nombreuses recherches visent à promouvoir et à assister le travail et/ou la conception collective. Le nombre d'articles publiés autour de ce sujet a augmenté à tel point qu'il est difficile de tout recenser dans cet état de l'art. De manière synthétique on peut distinguer:

- ceux qui se concentrent sur les aspects techniques (ex. Mitchell, 1977 ; Kaley, 2004 ; Van Leeuwen *et al.*, 2005) ;
- ceux qui se focalisent sur les aspects sociaux (ex. Riche *et al.*, 2003 ; Evette *et al.*, 2006) ;
- ceux qui comparent la conception collaborative à celle dite coopérative (ex. Leplat, 1991 ; Kvan, 2000 ; Dillenbourg *et al.*, 2002) ;
- ceux qui s'occupent de développer des interfaces Homme-Machine et d'autres des interfaces Homme-Homme pour assister la collaboration (ex. Achten, 2002 ; Leclercq, 2004 ; Dorta *et al.*, 2011).

Des méthodes et des outils sont utilisables aujourd'hui pour assurer la coordination, gérer les tâches et permettre la coopération asynchrone entre plusieurs acteurs géographiquement séparés. Parmi ces collecticiels, les plus connus restent les outils de type BIM. Ces outils, basés sur une logique et une structuration préconstruites et figées de l'activité, s'adaptent bien à des phases avancées du processus de la conception mais mal à des phases préliminaires. Ces dernières imposent un travail synchrone à plusieurs dans le cadre de collaborations à distance où la construction des *espaces communs de réflexion* et d'un *awareness* partagé est généralement nécessaire, si ce n'est obligatoire (cf ; Chap 1.1).

Par ailleurs, les outils d'aide à la collaboration distante et synchrone demeurent limités et ne répondent que partiellement aux exigences et besoins tels que : le partage d'annotations et de traces graphiques en temps réel, le support de différents acteurs provenant de divers domaines, la gestion de divers formats de document ou encore le passage d'un format à un autre, etc.

Ce décalage entre ce qui est mis en avant par les recherches cognitives en laboratoire (cf. Chap 1.1) et les outils disponibles (cf. Chap 1.2), peut s'expliquer par le fait que ces outils ont été développés pour être utilisables dans différents secteurs d'activité sans se focaliser réellement aux spécificités de certains d'entre eux. Et dans les rares cas où ces outils se veulent être adaptés et spécifiques à l'activité particulière de la conception architecturale :

- soit ils se basent sur une définition *a priori* de ce que pourrait être la conception architecturale collaborative ;
- soit ils ne s'adaptent qu'à des phases avancées du processus où les choix concernant le projet sont préalablement définis par l'ensemble des acteurs.

C'est pourquoi les réunions en co-présence demeurent encore et à ce jour le moyen d'échange et de collaboration privilégié en conception architecturale.

Selon nous, il est aujourd'hui primordial de clarifier le processus cognitif spécifique à l'activité de la conception architecturale collaborative avant même de résoudre tout problème lié aux environnements d'assistance informatique. Ce choix que nous avons du faire est motivé par une démarche analytique qui pose la conception du projet d'architecture comme une première porte d'entrée pour interroger cette activité particulière de collaboration distante et synchrone. En effet, le processus de la conception architecturale imposerait une activité qui lui est propre quant à la réalité des relations complexes qui rassembleraient divers points de vue et devant répondre à plusieurs problèmes liés au projet.

En vue de constituer une connaissance spécifique de la conception architecturale collaborative distante et synchrone, nous écartons les divers systèmes d'interactions de la production d'un projet telles que la coordination, la gestion, la concertation, la démocratie participative, etc.

Ceci n'est pas du au fait de penser que ces systèmes n'ont aucune relation avec le contenu du projet à concevoir, mais parce que nous faisons une distinction franche entre l'organisation générale du projet architectural et la conception architecturale proprement dite du projet.

Nous nous écartons par ailleurs des spécificités de tel ou tel métier ou des relations hiérarchiques qui réunissent les acteurs entre eux. Il ne s'agit pas de penser que ces paramètres ne jouent aucun rôle dans le processus de la conception architecturale mais il nous semble plus important de savoir en premier lieu comment cette conception collaborative est nourrie plutôt que de savoir qui en serait l'auteur. Toutefois l'identification de ces acteurs pourrait nourrir notre recherche lors de nos études de cas, même si nous excluons l'aspect social de nos analyses des données et nous supposons que les acteurs n'ont pas de relation hiérarchique.

L'objectif de cette recherche est de produire de nouvelles connaissances sur la conception architecturale collaborative synchrone et distante (donc instrumentée), et plus précisément, les opérations cognitives induites de cette situation de conception. Le cadre de conception collaborative étudié ici se caractérise alors par l'implication de différents protagonistes au sein des premières phases du processus de la conception. Notre objectif est d'énoncer, d'explicitier et de spécifier les opérations de la conception architecturale mises en œuvre dans le cadre d'un travail collaboratif à partir de la *modélisation architecturologique*<sup>14</sup>.

Cette *modélisation architecturologique* de la conception architecturale consiste à penser l'architecture en tant qu'activité mentale par laquelle le projet conçu reçoit des *mesures* raisonnées. Elle constitue une connaissance de cette activité mentale en termes d'opérations de conception ou de classes d'opérations de conception visant à attribuer des *mesures*<sup>15</sup> à l'espace (Lecourtois, 2011 a ; 2011 b).

---

<sup>14</sup> Voir Boudon Ph., Deshayes Ph., Pousin F., Schatz F., 2001, *Enseigner la conception architecturale, cours d'architecturologie*, Editions de la Villette. Cette approche méthodologique de la conception architecturale sera plus explicitée dans le troisième chapitre de cette thèse.

<sup>15</sup> La notion de *mesure* est utilisée en architecturologie dans son sens le plus large. Elle n'est pas systématiquement reliée à la notion de dimension qui est associée généralement à des dimensions et des valeurs quantitatives. La *mesure* implique, pour nous architecturologue, autant la forme que sa dimension, autant le quantitatif que le qualitatif.

Nous précisons notre méthodologie d'étude et d'analyse dans le troisième chapitre de cette recherche où nous explicitons le choix de ce champ pour nos analyses de cas. Notre attention ne porte ni sur les acteurs de la conception ni sur les relations sociales qui les unissent mais sur le processus même de la conception collaborative.

Dans cet objectif, et compte-tenu du peu d'information que nous avons concernant les situations de conception architecturale collaborative distante et synchrone, nous avons décidé de nous focaliser sur les pratiques collaboratives spécifiques aux agences d'architecture. Dans ce cadre, toutes les agences qui ont été choisies pour nos enquêtes ont la particularité d'avoir une activité collective, pluridisciplinaire et multi-sites.

Ces enquêtes participent à la construction d'une connaissance sur les pratiques réelles en conception architecturale collaborative et sur les outils mis en place par les agences.



# Chapitre 2

## Cas de pratiques architecturales de collaboration

### Sommaire

---

<b>2.1</b>	<b>Enquêtes sur des cas de pratiques actuelles en agences.....</b>	<b>83</b>
2.1.1	Démarche.....	83
2.1.2	Le cas de l'agence Art & Build .....	85
2.1.3	Le cas de l'équipe GEHRY Partners .....	89
2.1.4	Le cas de l'agence Ora-Ito.....	92
2.1.5	Le cas de l'agence Architecture Studio .....	95
2.1.6	Le cas de l'agence Mikado .....	100
2.1.7	Le cas de l'agence AIA: Architectes Ingénieurs Associés.....	103
2.1.8	Synthèse.....	111
<b>2.2</b>	<b>Observation approfondie d'une pratique : le cas de AIA.....</b>	<b>113</b>
2.2.1	Outils d'aide à la collaboration synchrone et distante utilisés .....	113
2.2.2	Diversité des formes d'activités collaboratives en agence .....	118
2.2.3	Les espaces des activités collaboratives : entre un I-space, un We-space et un Between-space .....	122
2.2.4	Importance de la négociation, de l'évaluation et de la remise en cause par consensus dans le processus collaboratif .....	124
2.2.5	Synthèse.....	127
<b>2.3</b>	<b>Conclusion : Observations de cas de pratiques collaboratives en agences .....</b>	<b>130</b>

---

Ce chapitre porte sur des pratiques collaboratives de la conception architecturale ainsi que sur les outils utilisés dans ce cadre. Il est composé de deux sections. La première (2.1) rend compte des cas de pratiques collaboratives observés dans six agences françaises dont : Art & Build, Gehry Partners, Ora-Ito, Architecture Studio, Mikado et Architectes Ingénieurs Associés (AIA). Ces enquêtes mettent en avant l'organisation de ces agences, leurs formes de travail à plusieurs ainsi que les différents collectifs utilisés pour collaborer à distance. La deuxième section (2.2) concerne une observation d'une des agences présentées précédemment. Cette observation *in situ* permet de détecter un certain nombre de concepts (présentés grâce à notre état de l'art des connaissances Chapitre 1.1) et de comparer les outils développés dans la recherche (présentés dans le chapitre 1.2 sur les instrumentations des activités collectives) et ceux utilisés dans les agences d'architecture actuelles. La synthèse montre le décalage qu'il y a entre les systèmes développés par les recherches théoriques et ceux utilisés dans les agences d'architecture (Chapitre 2.3).





## 2.1 Enquêtes sur des cas de pratiques actuelles en agences

---

### 2.1.1 / Démarche

#### 2.1.2 / Le cas de l'agence Art & Build

- ✓ 2.1.2.1 / Le fonctionnement de l'agence
- ✓ 2.1.2.2 / Les formes de collaboration en agence
- ✓ 2.1.2.3 / La collaboration à distance
- ✓ 2.1.2.4 / La représentation graphique

#### 2.1.3 / Le cas de l'équipe Gehry Partners à Paris

- ✓ 2.1.3.1 / Le fonctionnement de l'agence
- ✓ 2.1.3.2 / Les formes de collaboration en agence
- ✓ 2.1.3.3 / La collaboration à distance
- ✓ 2.1.3.4 / La représentation graphique

#### 2.1.4 / Le cas de l'agence Ora-Ito

- ✓ 2.1.4.1 / Le fonctionnement de l'agence
- ✓ 2.1.4.2 / Les formes de collaboration en agence
- ✓ 2.1.4.3 / La représentation graphique

#### 2.1.5 / Le cas de l'agence Architecture Studio

- ✓ 2.1.5.1 / Le fonctionnement de l'agence
- ✓ 2.1.5.2 / Les formes de collaboration en agence
- ✓ 2.1.5.3 / La collaboration à distance
- ✓ 2.1.5.4 / La représentation graphique

#### 2.1.6 / Le cas de l'agence Mikado Architecture

- ✓ 2.1.6.1 / Le fonctionnement de l'agence
- ✓ 2.1.6.2 / Les formes de collaboration en agence
- ✓ 2.1.6.3 / La représentation graphique

#### 2.1.7 / Le cas de l'agence Architectes Ingénieurs Associés

- ✓ 2.1.7.1 / Le fonctionnement de l'agence
- ✓ 2.1.7.2 / Les formes de collaboration en agence
- ✓ 2.1.7.3 / La collaboration à distance
- ✓ 2.1.2.4 / La représentation graphique

### 2.1.8 / Synthèse

---

#### 2.1.1 Démarche

Les enquêtes et entretiens présentés ici sont issus de diverses occasions saisies, dans notre parcours de recherche, lors de rencontres d'acteurs travaillant dans des agences pluridisciplinaires et/ou multi-sites. Nous nous basons essentiellement sur des situations concrètes de travail à plusieurs.

Les enquêtes présentées ici ont permis d'éclairer les procédures, les outils et les méthodes mis en place dans les pratiques actuelles d'agences d'architecture.

Pour ce faire, nous avons choisi d'interroger des acteurs de la conception travaillant dans des bureaux qui paraissent avoir une pratique collaborative dans leur activité (*cf.* Annexe 1 -

Chap.2). Notre objectif est d'identifier les moyens et les modes de collaboration utilisés par les concepteurs, lors des phases préliminaires de conception et, de situer la collaboration au sein du processus.

Nous avons organisé nos questions relativement à cinq thèmes :

- Le fonctionnement de l'agence : nous nous intéressons principalement ici aux méthodes et habitudes de l'agence, les différents secteurs qu'elle traite, les acteurs qu'elle réunit selon leurs expertise et connaissances au sein d'un projet, *etc.*
- Les formes de collaboration en agence : nous interrogeons ici les pratiques collaboratives de l'agence : en présence ou à distance, collaboration inter-agences ou collaboration avec des externes (sous-traitants, bureaux d'études, entreprises générales, *etc.*), les formes de réunions qu'ils élaborent pour se retrouver, *etc.*
- La collaboration à distance : nous questionnons ici le type de projet concerné par ces situations, les outils utilisés, procédures et méthodes adoptées ou définies pour pouvoir travailler ensemble et à distance, les conséquences que ces pratiques ont sur la manière de concevoir, *etc.*
- La représentation graphique : notre intérêt ici porte sur le rôle de la représentation graphique comme artefact entre les acteurs qui collaborent, les outils utilisés pour le partage, l'annotation et/ou la modification de ces représentations, *etc.*
- Attentes et perspectives : nous avons voulu ici relever indirectement les problèmes soulevés par les concepteurs lors de leur activité de collaboration distante et nous leur avons demandé d'imaginer leur outil idéal pour assister efficacement la collaboration distante dans l'activité de conception architecturale.

Même si notre questionnaire a été construit selon cette structure, ci-avant définie, nous avons pris comme position de garder les questions ouvertes afin que les concepteurs puissent facilement et plus ouvertement parler de leurs expériences, références et points de vue. Très souvent l'ordre, ci-avant établi, n'a pas été respecté pour s'aligner à notre position ; c'est-à-dire que si le concepteur interrogé, en décrivant le fonctionnement de l'agence, évoque la question de la représentation numérique, nous le poussons à détailler ses propos sur le sujet, quitte à revenir par la suite aux questions qui concernent l'agence. Par ailleurs, nous avons aussi cherché à réaliser ces enquêtes dans des espaces clos afin que les concepteurs puissent s'exprimer librement.

Cette étude permet à terme de mettre en lumière les besoins fondamentaux auxquels il faudrait répondre pour supporter des situations de collaboration distante en conception architecturale.

Notre démarche consiste à définir les concepts de base sur lesquels s'articule la notion de collaboration dans les pratiques d'agence. Ainsi nous mettrons en exergue des notions telles que : l'élaboration d'un référentiel opératif commun, la synchronisation cognitive et la construction d'une conscience mutuelle, le passage d'un espace personnel à un espace partagé, les typologies de représentations graphiques et orales, la conception comme processus de négociation et d'argumentation.

Dans ce cadre, nous avons interrogé différents acteurs exerçant séparément dans six agences d'architecture, l'objectif étant d'élargir l'échantillonnage des cas étudiés.

### 2.1.2 Le cas de l'agence Art & Build

Nous avons eu l'occasion d'interroger cette agence d'architecture dans le cadre du projet nommé CoCréA, financé par l'Agence Nationale de la Recherche (Décision n°ANR-08-CREA-030-20, Programme : « Création : acteurs, objets, contextes ») auquel nous avons participé et dans lequel s'insère notre présente étude. Cette étude porte sur la construction de nouvelles connaissances sur les activités de collaboration en architecture et leurs assistances informatiques. L'observation en agence a été permise grâce à l'insertion d'une jeune chercheuse de l'équipe du Limsi (laboratoire du CNRS participant aussi à cette recherche) au sein de l'agence.

#### 2.1.2.1 / Le fonctionnement de l'agence

Cette agence a été fondée à Bruxelles en 1989 par l'association de trois architectes et d'un ingénieur civil, travaillant dans tous les secteurs de la construction, publics comme privés. En une vingtaine d'années, l'agence s'est développée et diversifiée tant en terme géographique qu'en terme de types de projets traités (équipements publics, secteur tertiaire, secteur résidentiel et aménagement des grands territoires, centres culturels, écoles, *etc.*). L'urbanisme prend une place de plus en plus importante dans l'activité de l'agence qui se spécialise aussi dans les constructions hospitalières.

Outre leurs compétences architecturales, les concepteurs de l'agence assurent d'autres services : études de faisabilité, restauration et rénovation, masterplanning, imagerie informatique, développement à haute qualité environnementale. Parmi les projets réalisés ou en cours de développement, on peut identifier le Siège du Conseil Européen à Strasbourg, le Centre Hospitalier Interrégional Edith Cavell (CHIREC), la réhabilitation d'une ancienne usine BATA en logements, *etc.*

Par ailleurs, Art & Build a mis en place plusieurs antennes composées de quatre agences dont Bruxelles (l'agence mère), Paris, Toulouse et Luxembourg. Seules les agences se trouvant à Bruxelles et à Toulouse, dans lesquelles deux SDC ont été installés, sont concernées par notre étude (Honigman *et al.*, 2010).

**Figure 16 : Composition de l'agence**  
(selon la plaquette de présentation Art&Build)



Leur démarche pluridisciplinaire - passant de l'aménagement du territoire à l'ingénierie

et au design produit – s’appuie sur des compétences internes diverses. L’agence de Bruxelles compte 15 associés, 20 directeurs de projets et une centaine de collaborateurs dont des architectes de conception, des architectes de mise au point technique, des gestionnaires de projets, des contrôleurs de travaux, des techniciens, des dessinateurs, des maquettistes, des spécialistes en imagerie, *etc.* *A contrario*, un seul associé-architecte se trouve dans l’agence de Toulouse qui se rend une à deux fois par mois à Bruxelles pour travailler et faire le point sur les projets dont il est responsable avec les associés et les équipes concernées.

Chaque équipe au sein d’un projet se compose au minimum de trois acteurs nommés par l’agence : *associé responsable* (AR), *directeur de projet* (DP) et *concept designer* (CD) (Honigman *et al.*, 2010).

- L’*associé responsable* (AR) suit le déroulement du projet depuis l’étude de sa faisabilité jusqu’à sa réception en assurant sa gestion et la relation avec le maître d’ouvrage. Il s’intéresse autant à la conception du projet qu’à sa réalisation en contrôlant, validant puis transmettant au client les propositions mises en place par l’équipe.
- Tout comme l’*associé responsable*, le *directeur de projet* (DP) suit le déroulement du projet, de l’étude à la réception, mais de façon continue. Il s’occupe autant des aspects conceptuels du projet que des aspects administratifs, financiers et de planification. Il gère la centralisation et le passage de l’ensemble des informations entre l’*associé responsable* et le reste de l’équipe projet.
- Le *concept designer* (CD) est un architecte expérimenté, mandaté par l’*associé responsable*. Il pilote l’équipe de conception et s’occupe du suivi conceptuel du projet.

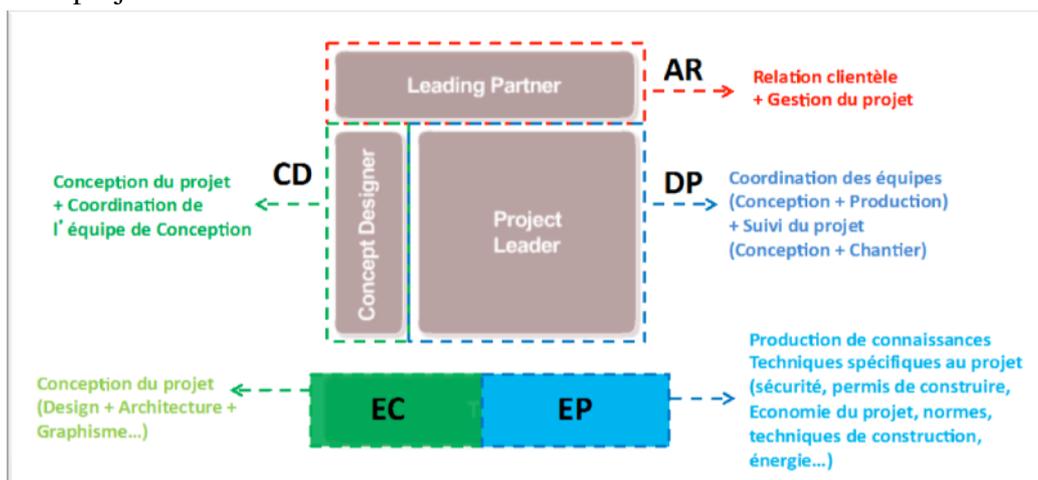


Figure 17 : Composition d’une équipe de conception au sein d’un projet de l’agence  
(selon la plaquette de présentation Art&Build)

Tous ces acteurs sont responsables et collaborent avec deux équipes internes à l’agence qu’ils désignent suivant l’état d’avancement et les besoins du projet : l’équipe de

conception (EC) et l'équipe de production (EP). Ces équipes sont composées au maximum de 6 à 8 collaborateurs, selon la taille et l'évolution du projet traité et les compétences qu'il requiert.

- L'*Equipe de conception (EC)* est composée d'architectes, graphistes et designers. Même si sa présence est exigée tout au long du processus, elle gère essentiellement la phase de conception.
- L'*Equipe de production (EP)* est composée d'intervenants spécialisés ayant des connaissances spécifiques tels que la sécurité, l'économie, les normes, les détails de construction, *etc.* Elle s'occupe principalement des aspects techniques du bâtiment et intervient dans des phases avancées même si elle peut aussi agir de façon ponctuelle dans la phase de conception, selon les besoins du projet.

### 2.1.2.2 / Les formes de collaboration en agence

La logique d'une équipe de travail dans le cadre d'une conception architecturale est de réunir des compétences afin de répondre aux besoins du projet. Les premières phases de conception sont gérées par l'équipe conception et l'équipe concept designer. Un projet en phase esquisse réunit généralement un dessinateur, un chef de projet et un associé responsable. A chaque concepteur est désignée une tâche. Pour des raisons de manque de temps et/ou d'économie (lors de « *charrettes* »), certains membres peuvent être exclus ou ajoutés à l'équipe, le temps d'un rendu par exemple ou lorsqu'un projet est suspendu momentanément.

Les ordinateurs de l'agence étant mis en réseau, chaque collaborateur a la capacité d'avoir accès au fichier de travail de l'autre mais uniquement en lecture seule. Ces fichiers mis en commun ne sont accessibles que par les membres se trouvant dans la même agence. Lorsqu'un membre de l'équipe enregistre le document sur lequel il travaille, un signalement indiquant la modification de ce fichier apparaît pour le collaborateur qui l'a ouvert en lecture seule ou qui l'a mis comme référence dans son fichier. Ces fichiers ne sont donc pas partageables et consultables en temps réel, mais uniquement en différé.

Même si la majorité du temps de l'activité est consacrée à des tâches exécutées séparément par les uns et les autres, des réunions sont organisées pour la synchronisation de ces tâches. Ces réunions peuvent être hebdomadaires ou simplement provoquées, généralement par le chef de projet, quand il s'agit d'organiser un rendu par exemple, ou par l'associé responsable après avoir eu les retours du client. Les membres de l'équipe sont alors invités à venir à partir de l'envoi d'un e-mail contenant un ordre du jour. Ces réunions peuvent aussi être informelles, spontanées ou provoquées par n'importe quel membre de l'équipe suivant les besoins du projet permettant ainsi la *synchronisation cognitive* (relative à la construction d'un contexte de connaissances partagées) et, une *synchronisation tempo-opératoire* (relative à la répartition des tâches entre les différents collaborateurs) (*cf.* p. 14). Toute réunion peut être reportée ou annulée selon les

obligations de chacun.

Les différents collaborateurs se retrouvant dans un même local, ils se réunissent et travaillent ensemble en co-présence autour de problématiques et de choix concernant le projet et/ou sur des questions de coordination et de gestion des tâches et du travail de chacun.

Cette organisation correspond à un cas-type de collaboration en présence. Il existe bien souvent des projets qui obligent une organisation autre des équipes dans l'agence. Par exemple lorsqu'un projet se situe dans un site hors de la Belgique, en France par exemple, l'agence désigne un chef de projet qui se situe dans une autre antenne que celle se trouvant à Bruxelles. Un autre chef de projet et un dessinateur de l'agence-mère sont associés à cet autre chef de projet se trouvant à Toulouse (pour le cas d'un projet au sud de la France). Dans ce cadre, les concepteurs doivent collaborer et concevoir le projet à distance.

### 2.1.2.3 / La collaboration à distance

Lors de ces collaborations à distance, les concepteurs utilisent différents outils, principalement le téléphone pour les échanges synchrones et les e-mails pour les échanges asynchrones. Ces deux moyens de communication sont généralement utilisés dans le cadre d'échanges informels pour des mises au point, pour le traitement de problèmes bien spécifiques, pour la coordination et/ou pour le transfert de documents textes ou graphiques. Tous ces éléments participent à la construction du *référentiel opératif commun* (cf. p. 17).

Pour les choix qui concernent la conception du projet, le chef de projet se trouvant à Toulouse se déplace pour travailler directement dans les locaux de Bruxelles avec les autres membres de son équipe. Ce déplacement lui permet d'être conscient des tâches et contributions des autres collaborateurs (*action awareness*) et de se construire lui-même une représentation de l'environnement social de l'activité collaborative dans laquelle il exerce (*social awareness*) (cf. p. 16).

Les documents utilisés lors des réunions ou échangés *via* les e-mails sont choisis et préparés par les différents concepteurs afin de faciliter les échanges entre eux.

### 2.1.2.4 / La représentation graphique

La représentation graphique est un média fort utilisé par les concepteurs autant pour des situations de travail à distance qu'en présence. Ces documents sont de différents ordres : des plans, des coupes et des façades représentant le projet, un cahier de charge et/ou programme, des images sélectionnées comme références pour le projet, des images modélisant le projet en 3D.

Dans le cas de collaboration à distance, ces représentations sont soit allégées, soit accompagnées de commentaires ou d'annotations permettant de hiérarchiser l'information que veut transmettre le collaborateur à ses collègues.

### 2.1.3 Le cas de l'équipe GEHRY Partners

Nous avons eu l'occasion de côtoyer cette agence grâce à la contribution d'une jeune chercheuse de notre laboratoire qui travaille sur les questions de la modélisation paramétrique dans les pratiques de la conception architecturale. L'agence Gehry Partners fait partie de son corpus d'étude (de Boissieu *et al.*, 2010). Cette agence, connue pour ces projets originaux qui font appel aux nouvelles technologies de la modélisation, nous a interpellée par le nombre d'acteurs qui participent à un seul et même projet et leur pluridisciplinarité.

#### 2.1.3.1 / Le fonctionnement de l'agence

Gehry Partners est une grande agence d'architecture pluridisciplinaire et multi-sites, dirigée par l'architecte Franck O. Gehry. Les antennes de l'agence sont distribuées un peu partout, les principales se trouvant à Los Angeles, New York, Abu Dhabi, Hong Kong et Shanghai. Dans ce cadre, nous avons interrogé un membre consultant architecte faisant partie de l'équipe Gehry Technologies qui travaille conjointement avec l'équipe Gehry Partners. Ainsi, la structure se trouvant à Paris s'occupe plus spécifiquement de l'étude d'un des grands projets de Gehry : le pavillon de la Fondation Louis Vuitton pour la Création de Paris.

Travaillant avec des formes non-standard, l'agence a dû utiliser des modelleurs à la base développés pour les domaines de l'aéronautique (de Boissieu *et al.*, 2010). Gehry Technologies<sup>16</sup> est, dans ce cadre, une filiale désignée par l'agence Gehry Partners pour développer une version métier de ces modelleurs, adaptée aux besoins des architectes. Ce nouveau modelleur paramétrique est appelé *Digital Project* et permet de modéliser le bâtiment en 3D de manière à ce que les informations du modèle puissent être consultables, partagées et modifiées par l'ensemble des collaborateurs travaillant dessus. C'est ce modèle qui retient ici notre attention.

Pour la conception de ce bâtiment, dont les formes, l'organisation et le programme sont bien complexes, plusieurs compétences et expertises participent au projet. Ces collaborateurs sont néanmoins géographiquement dispersés principalement entre l'agence mère se trouvant à Los Angeles et l'antenne se situant à Paris. L'équipe se trouvant à Paris est formée d'ingénieurs d'étude et d'un architecte local rassemblés dans un même local et utilisant les mêmes ressources et outils informatiques dont principalement le logiciel *Digital Project*. Ils travaillent tous à partir de ce même modelleur 3D.

L'équipe se trouvant à Los Angeles et l'équipe se trouvant à Paris se sont octroyées deux rôles distincts dans la conception : les premiers s'occupent principalement de l'aspect formel et fonctionnel du projet, les seconds se focalisent plus spécifiquement sur l'aspect technique et les calculs structurels du bâtiment.

C'est dans cette même logique d'organisation que deux modèles 3D ont été créés. L'un concerne la forme du projet avec une organisation claire des espaces, une nomenclature bien définie des différentes parties qui composent le projet et des précisions sur les

---

<sup>16</sup> [www.gehrytechnologies.com](http://www.gehrytechnologies.com)

matériaux spécifiques à chaque élément du bâtiment. Le deuxième modèle paramétrique et partagé reprend les spécificités du modèle précédent en y intégrant les solutions techniques et structurelles adoptées pour le bâtiment. Ce modèle constitue pour l'ensemble de ces acteurs un *référentiel opératif commun* (cf. p. 17) qu'ils construisent et font évoluer ensemble.

### 2.1.3.2 / Les formes de collaboration en agence

Les acteurs ont diverses compétences et expertises, et travaillent en co-présence dans le même local de Paris et sur le même modèle paramétré 3D. Ils sont environ 80 personnes à utiliser ce modèle 3D et sont formés à utiliser le même logiciel *Digital Project*.

Chacun des acteurs a un accès bien défini au modèle selon la spécificité de sa tâche et de la zone sur laquelle il travaille. Cet accès peut être limité à un seul élément de la structure jusqu'au bâtiment en entier selon une arborescence et une hiérarchie d'accès à l'information établies en amont. Chacun d'eux travaillant alors sur un élément ou une tâche spécifique du modèle paramétrique commun, leur coopération se fait de manière asynchrone.

Par exemple, si un ingénieur d'étude qui travaille exclusivement sur la partie « paroi vitrée » d'une des zones du bâtiment entre une nouvelle donnée concernant la structure et le calcul des IPN<sup>17</sup>, alors cette nouvelle donnée n'apparaît pas directement sur le modèle : elle doit attendre la validation d'un coordinateur qui vérifie que l'ensemble des choix insérés dans le modèle ne se contredisent ou ne s'invalident pas. Pour ce faire, des réunions hebdomadaires de coordination et de gestion de tâches sont organisées à la fin de chaque semaine pour valider, invalider ou transformer l'ensemble des modifications opérées sur le modèle. La *synchronisation* du modèle ne se fait donc qu'à partir de la validation du coordinateur. Seul le coordinateur a la responsabilité de tenir compte autant du contexte social (*social awareness*), que des tâches auxquelles il contribue lui-même comme chacun des acteurs (*action awareness*), comme de l'évolution du projet architectural et des choix qui concernent sa conception (*activity awareness*) (cf. p. 16).

Dans nos analyses, nous ne nous sommes pas spécialement focalisés sur l'aspect technique du logiciel mais nous savons néanmoins qu'il est conçu de manière à avoir un modèle paramétré allégé<sup>18</sup> qui soit commun et facilement consultable par l'ensemble de l'équipe intervenant dans le projet, qu'elle soit en présence à Paris, ou à distance à Los Angeles.

### 2.1.3.3 / La collaboration à distance

---

<sup>17</sup> Les IPN sont un type de profil de poutre normalisé.

<sup>18</sup> L'élément du modèle auquel le concepteur a droit d'accéder est un fichier modifiable; le reste du modèle apparaît comme un fichier de référence (une *x.ref*) qu'il ne peut que consulter pour vérifier la cohérence de ses choix relativement au bâtiment dans sa globalité. Cette logique de l'outil *Digital Project*, telle que l'explique l'architecte interviewé, permet de hiérarchiser les accès mais aussi d'alléger le modèle paramétré commun à l'ensemble de l'équipe intervenant sur le bâtiment.

Comment gèrent-ils ces différents modèles pour collaborer à distance ?

L'équipe se trouvant à Paris reçoit donc un modèle 3D dont les surfaces sont dites « mortes », c'est-à-dire un modèle avec des surfaces sur lesquelles l'équipe de Los Angeles ne permet aucune modification, ni déplacement, même si celles-ci sont aussi paramétrées (de Boissieu *et al.*, 2010).

Ce premier modèle 3D paramétré et développé par l'équipe de Los Angeles sert de maquette numérique pour que l'architecte en chef F.Gehry puisse affiner et transformer son projet selon des choix relatifs à des pertinences qui lui sont propres.

Ensuite l'équipe se trouvant à Paris reprend ce premier modèle, en extrait la géométrie et construit un nouveau modèle dans lequel ils insèrent leurs choix quant à la structure et aux calculs techniques du bâtiment. Ce deuxième modèle ainsi créé et validé par le coordinateur en chef se trouvant à Paris, il est non seulement perceptible par l'ensemble du plateau parisien, mais aussi accessible et consultable depuis Los Angeles.

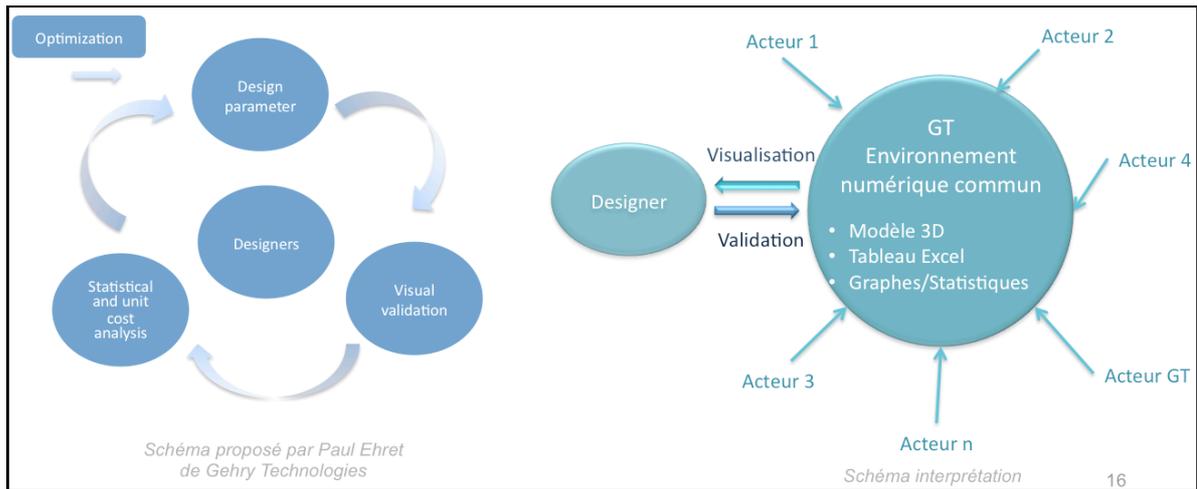
L'agence-mère peut surveiller à tout moment et à distance l'évolution du modèle technique. A la première transformation ou modification du bâtiment, le chef de projet peut décider d'un retour en arrière ou d'une transformation du modèle afin que cela convienne à ses choix.

Lors de notre entretien, l'architecte interviewé nous présente l'outil comme une plateforme collaborative à distance, basée sur une logique de modélisation paramétrique sur laquelle tous les collaborateurs peuvent intervenir.

Néanmoins, nous constatons au fur et à mesure de l'avancement de l'entretien, que l'outil mis en place dans ce cadre ne sert que pour le partage d'informations concernant le bâtiment modélisé en 3D. Aucun échange synchrone, ni processus de négociation à distance n'est envisagé par cet outil.

C'est pourquoi nous proposons une interprétation graphique du modèle proposé par l'architecte pour expliquer le fonctionnement de cette plateforme relativement à l'organisation du groupe (*cf.* figure 19).

Cette figure montre bien qu'en réalité seule une relation de proposition/(in)validation réunit l'agence de Los Angeles et celle de Paris. Il n'y a pas de réelle intention de collaboration entre les deux et ceci est un parti pris de l'architecte en chef Gehry.



**Figure 18 : Modèle présentant une collaboration entre le chef de projet et les autres acteurs de la conception (modèle théorique) ET un modèle présentant le processus de validation actuellement mis en place par l'agence (modèle pratique) (cf. Ben Rajeb, présentation dans le cadre du séminaire LAF\_ARIAM-LAREA, 2009)**

### 2.1.3.4 / La représentation graphique

Les deux représentations communes 3D et paramétrées, dont les objets sont bien distincts, servent de références pour l'ensemble des équipes travaillant sur le projet. Tous les choix qui concernent la forme, le fonctionnement ou les matériaux du bâtiment reviennent uniquement à l'architecte en chef Gehry.

Dans le cadre de sa thèse, de Boissieu (de Boissieu *et al.*, 2010) analyse d'ailleurs le modèle paramétrique produit à Paris et explique son organisation sous l'angle des opérations de modélisation de ce projet. Elle montre que le modèle est en effet découpé en plusieurs fichiers (« parts ») qui eux-mêmes sont découpés selon des structures différentes appelées « products ». Ces différentes parties forment l'arborescence de ce modèle définissant ainsi sa logique de paramétrage. Cette logique de fonctionnement permet alors de protéger, hiérarchiser et limiter les accès tout en donnant une visibilité globale du projet.

Cette représentation graphique partagée crée un environnement de travail commun qui participe à la construction de connaissances mutuelles et donc à la « *synchronisation cognitive* » (cf. p. 14) permise par le partage d'informations entre les différents collaborateurs. Elle ne permet pas, certes, l'accès à un espace de négociation important et nécessaire pour la définition commune et collaborative de choix qui concernent le projet.

#### 2.1.4 Le cas de l'agence Ora-Ito

Nous avons eu l'occasion d'interroger cette agence d'architecture dans le cadre d'un travail en tant qu'architecte qui nous a permis de nouer plusieurs contacts avec des chefs de projets architectes et des designers produits avec qui nous avons par la suite réalisé des entretiens.

### 2.1.4.1 / Le fonctionnement de l'agence

L'agence Ora-Ito est dirigée par le designer Ito Morabito (appelé communément Ora-ito) spécialisé dans les domaines du design-produit, design d'espace et communication visuelle. S'intéressant aussi à des projets de plus grandes envergures comme la conception d'hôtels, de boutiques ou de maisons, son équipe est pluridisciplinaire et rassemble des designers, des architectes et des infographistes.

Cette équipe travaille dans le même local et utilise différents logiciels de modélisation 3D. Chacun ayant une tâche précise, relative à ses compétences, et travaille de son côté. Ils se réunissent ensuite en coprésence avec le chef d'agence et passent en revue l'ensemble des projets en cours de conception pour penser aux différents choix à prendre en compte pour leur développement.

En cas de besoin, ils se consultent directement et de manière spontanée même si, généralement en design produit, il y a un projet par personne. Dans la logique fonctionnelle de l'agence, il y a toujours du graphisme intégré dans toutes phases du projet. Pour la conception d'un parfum par exemple, ils s'occupent autant de la forme et de la fonction du produit que de son « packaging », jusqu'à un site internet et l'affiche publicitaire de sa promotion. Pour les choix des matériaux, l'équipe se réfère à une « matériauthèque » commune.

Pour des projets de conception architecturale, un architecte en chef est désigné pour chapeauter le tout, sur l'ensemble des projets. Une, voire deux ou trois personnes travaillent avec ce chef de projet selon l'envergure et la phase de développement du projet.

Par exemple, un designer produit peut être appelé à rejoindre une équipe pour aider dans la modélisation du projet en 3D ou pour concevoir un mobilier qui va s'intégrer dans l'architecture du bâtiment. Des collaborations avec des bureaux d'étude et d'ingénierie externes se créent. En effet, l'agence ne compte aucun ingénieur dans l'équipe pour résoudre des problèmes de structure ou autres. Les échanges avec ces collaborateurs externes se déroulent toujours soit par e-mails, soit par des réunions organisées à l'agence.

Dans les deux cas, qu'il s'agisse de la conception d'un produit ou d'un projet architectural, le processus est, selon eux, le même en termes de conception mais différent en termes de collaboration. Lorsqu'il s'agit de la conception de l'objet, le concepteur est le seul acteur, quand le projet est de plus grande envergure, comme ça pourrait être le cas pour un projet architectural, ils sont plusieurs acteurs à le développer :

*« Comme je disais, tout à l'heure, sur un projet en design produit, on est généralement tout seul, donc on a besoin souvent d'avis extérieur. Et du coup, c'est vrai que moi (chef de projet en design produit à l'agence Ora-Ito), j'aime bien travailler avec Nicolas (chef de projet en projet architecture à l'agence Ora-Ito) car on se comprend bien. Donc je viens lui demander ce qu'il pense sur un projet et ça peut beaucoup me servir. Déjà ça va*

*me rassurer ou me faire penser à des choses que je ne pensais pas faire. Mais en fin de compte, j'en fais ce que je veux puisque c'est moi qui suis responsable du projet... Nicolas par contre, travaille dès le départ avec d'autres et des fois même avec des externes, des bureaux d'étude par exemple. Mais de toute manière tout se fait et se décide toujours en coprésence ».*

*Issu de l'entretien réalisé par Ben Rajeb avec le chef de projet en design produit – 2009*

#### **2.1.4.2 / Les formes de collaboration en agence**

Lorsqu'un projet est lancé, les chefs de projet, désignés par le chef d'agence Ora-Ito, travaillent sur un ensemble d'idées transmises oralement par e-mail. Ces idées sont présentées sous forme d'images imprimées, de formes, de couleurs, ou de « concepts » nommés communément « planche tendance<sup>19</sup> ». Ils se réunissent ainsi dans un show-room, dessinent plusieurs croquis et réfléchissent ensemble sur un certain nombre de choix qui concernent la conception du projet. Ils se construisent ainsi un *référentiel opératif commun* (cf, p. 17).

Ces chefs de projet n'utilisent pas nécessairement les mêmes outils et peuvent faire appel à des collaborateurs extérieurs en cas de charrette. Le problème pour eux est que le projet peut avoir été monté à partir d'un logiciel mal connu ou mal maîtrisé par les autres concepteurs. Le problème de compatibilité entre logiciels est souvent rencontré dans cette agence où les compétences ou la nature même des projets diffèrent. Ils n'ont pas de plateforme d'échanges pouvant supporter la compatibilité entre les fichiers et les concepteurs de l'agence n'éprouvent pas le besoin de travailler ensemble et à distance. Il est plus simple selon eux de collaborer en coprésence.

#### **2.1.4.3 / La représentation graphique**

Les documents graphiques qu'ils partagent en coprésence pour leurs réunions prennent généralement la forme de modèles 3D imprimés ou d'images issues d'autres projets sur lesquelles ils réalisent des croquis. Ces modèles 3D sont développés en amont pour servir de base de discussion et de négociation entre les concepteurs.

---

<sup>19</sup> Une « planche tendance » est une « planche où l'on a plein d'images, un peu pêle-mêle comme ça plus ou moins organisées qui montrent justement souvent des photos ou d'autres projets de designers en images de synthèse pour imaginer ce que peut être le projet si l'on mixe un peu toutes ces images. Voilà, ça donne déjà une idée du projet avant même d'avoir dessiné quoi que ce soit... C'est vrai que ça fait longtemps qu'on travaille ensemble, avec Ora-ito. Il nous parle un peu de telle ou telle référence, après, on lui montre des images qui vont plus ou moins coller pour vérifier si c'est comme ça ou plutôt comme ça... C'est juste pour être sûr. Mais généralement, c'est déjà validé, en quelque sorte... et, pour nous, cette même planche tendance nous sert aussi à introduire le concept au client, en fait ». Issu de l'entretien réalisé par Ben Rajeb avec le chef de projet en design produit – 2009 (cf. Annexe 2 – Chap 2).

*« Quand on modélise, il y a des formes qui vont être très compliquées à faire... On peut dire, quelque part, que la forme sort directement de l'outil et après on fait une maquette. Il est vrai que l'outil ne dirige pas, non plus, notre conception mais il la contraint quelque part ».*

*Issu de l'entretien réalisé par Ben Rajeb avec le chef de projet en architecture - 2009*

Pour ces concepteurs, les documents retouchés à main levée servent de base de travail assez précise pour représenter tous les choix à insérer et toutes les contraintes et modifications à retravailler dans le projet. Le chef de projet en témoigne :

*« Dans nos conceptions, il y a toujours une 3D sur laquelle sont placés du crayon et du calque ; c'est obligatoire. Par exemple, après un «brief» du client, on va déjà commencer à réfléchir, à parler entre nous, avec Ito (le chef d'agence), et avec les intéressés, c'est-à-dire les gens qui vont être impliqués dans le projet et ensuite il y a forcément une phase de croquis qui est plus ou moins longue suivant la complexité du projet et selon si on produit une idée ou pas. Et ensuite à partir de là, déjà on peut limiter ou valider certains contextes ou certaines idées ; et à partir de là, on va obtenir, je ne sais pas 2 ou 20 croquis qu'on va développer en 3D ».*

*Issu de l'entretien réalisé par Ben Rajeb avec le chef de projet en architecture - 2009*

Les concepteurs qui travaillent sur les projets de l'agence doivent respecter ce qu'ils appellent « la trace Ora-ito », c'est-à-dire des formes arrondies, simplifiées et très fines. Ils doivent tous réfléchir avec cette référence commune en tête. A partir du programme, ils présentent une proposition généralement en 3D permettant au chef d'agence de facilement manipuler le modèle en dessinant par-dessus, s'il est imprimé, ou en replaçant des cloisons ou en revoyant les flux, par exemple.

Une fois le modèle 3D finalisé, des animations sont produites afin de présenter le projet au client. Aucune réunion à distance n'est envisagée par l'agence. Des fois, pour des urgences, il est possible de joindre le chef d'agence par téléphone pour soulever des points précis et/ou pour la coordination des tâches de l'équipe relativement aux projets et/ou des rendus à venir.

### 2.1.5 Le cas de l'agence Architecture Studio

Nous avons eu l'occasion d'interroger deux architectes de cette agence d'architecture à l'issue d'une des expérimentations réalisées dans le laboratoire de ARIAM-LAREA pour le projet Cocréa financé par l'ANR.

### 2.1.5.1 / Le fonctionnement de l'agence

L'agence-mère se trouve à Paris. Elle associe actuellement une centaine d'architectes, de designers, d'ingénieurs généralistes et spécialisés, d'économistes et d'urbanistes provenant de différents pays et travaillant dans le même site. Cette diversité culturelle est une volonté recherchée par l'agence. Elle prône le métissage, la négociation et le dialogue pour traiter les projets d'un point de vue collectif tout en se détachant des limitations individuelles, et ceci dès les premières phases de conception. Pour citer un texte proposé par l'agence :

*« Nous pensons que l'architecture est d'abord une activité sociale et qu'elle résulte autant d'un processus de conflits qu'elle est l'expression d'un consensus ».*

*Extrait du site de l'agence dans rubrique « Philosophie »<sup>20</sup>.*

L'agence exige de l'ensemble des membres de son équipe d'accepter les suggestions des uns et des autres et de s'adapter à ces différences multiculturelles au service du projet.

Deux antennes de l'agence se situent en Chine (une à Shanghai, l'autre à Beijing) et se composent d'une cinquantaine de concepteurs. Nous notons ici le décalage horaire qui existe entre l'agence-mère parisienne et la Chine.

Cette agence, pluridisciplinaire, multiculturelle et multi-sites met en place des méthodes de travail pour collaborer à plusieurs autour de la conception d'un projet architectural grâce à des outils et des supports collectifs mis en place par les associés.

Tous les projets sont menés par un des associés de l'agence qui contrôle à différents niveaux la production de l'agence, du concours à l'étude jusqu'à la réalisation. Ils encadrent aussi les chefs de projets dans leur mission. Chaque associé se voit par ailleurs confier une mission particulière liée au management de la société.

Les chefs de projet ont la responsabilité d'assister les associés au cours de la conception des projets, de gérer l'ensemble des fiches mises en place pour l'organisation du projet (fiche d'identification, fiche intervenants, planning, identification des risques, *etc.*), de constituer l'équipe du projet dont il sera responsable et de rédiger l'ensemble des pièces et les comptes rendus avec l'aide des architectes assistants.

Ces derniers participent principalement à la production des éléments graphiques dans le projet.

Parmi les chefs de projet certains sont désignés comme partenaires par les associés de l'agence relativement à leurs qualités professionnelles au sein du groupe. Cette organisation pousse l'ensemble des collaborateurs à s'impliquer et à s'investir dans la vie de l'agence.

---

<sup>20</sup> <http://www.architecture-studio.fr/fr/agence/fondamentaux/philosophie.html>.

### 2.1.5.2 / Les formes de collaboration en agence

Dans l'agence, la plupart des réunions inter-équipes se déroule en présence. Si les concepteurs se trouvent dans le même local, leur différence culturelle si souvent revendiquée et soulignée, crée des incompréhensions entre les concepteurs. Un des architectes interrogés confirme :

*« Des fois on n'a vraiment pas le même langage, et pas seulement de la langue, mais de ce que nous comprenons de l'architecture en France et la manière avec laquelle elle se traduit en termes d'espaces etc., n'est pas du tout la même chez quelqu'un qui a travaillé en Chine ou un indien ou un coréen, syrien, canadien, qui vient par la suite travailler en agence en France, etc. ».*

*Issu de l'entretien mené par Mayeur et Ben Rajeb avec un des deux architectes de l'agence – 2010*

Des méthodes de travail, des outils et les supports collectifs leur permettent de communiquer et de travailler à plusieurs. Parmi eux, il y a le manuel « qualité » et le « livret d'accueil », facilement accessibles par les collaborateurs. Ces documents expliquent le mode de fonctionnement de l'agence, les outils mis à disposition, la charte graphique à respecter ainsi que la signification des tracés qu'ils utilisent tout au long de la conception. Ces documents sont définis par l'agence pour fixer les objectifs et méthodologies de chaque phase du projet. Ils participent à la constitution d'un *référentiel opératif commun* (cf. p. 17).

Pour des projets en phase concours, d'autres documents d'accompagnement du projet sont définis afin d'assurer sa gestion en phase esquisse. Passée cette phase, un plan qualité est systématiquement ouvert.

Le travail de conception s'effectue en commun avec les collaborateurs d'une même équipe. Ils se réunissent tous autour d'un document graphique où chacun commente, donne son avis et/ou annote ses réflexions quand cela est nécessaire. Ces moments de négociations, d'évaluations mutuelles et de réajustements de point de vue nourrissent la *synchronisation cognitive* (Darses et al., 2004 a, cf. p.15). Les concepteurs, en décrivant ces moments de partage, disent :

*« En général, il y a toujours quelqu'un qui dessine et qui tient le crayon, l'autre qui gueule, qui dit c'est bien ou ce n'est pas bien ».*

*Issu de l'entretien mené par Mayeur et Ben Rajeb avec un des deux architectes de l'agence – 2010*

Après ce processus de négociation et d'argumentation entre les acteurs, un compte-rendu est rédigé par le chef de projet indiquant les choix qui ont été pris et actés. Ce compte-rendu permet d'acter un certain nombre de choix relatifs au projet et de tâches spécifiques à chaque concepteur. Il favorise donc la *conscience mutuelle* qui assure la

communication entre les acteurs et la pertinence de leur contribution personnelle au sein du groupe (Dourish *et al.*, 1992, *cf.* p. 16). Ces choix peuvent par ailleurs, à n'importe quel moment du processus, être repris ou remis en cause. Cela est permis grâce à une logique de hiérarchisation des tracés que nous expliquerons dans la suite de ce travail (Lecourtois *et al.*, 2009 a).

Une fois une réunion terminée, le document commenté est ensuite affiché. Un associé peut y ajouter des notes ou des modifications. Ces choix sont ensuite discutés avec le reste de l'équipe.

Des contrôles hebdomadaires sont aussi programmés par des réunions entre associés qui s'assurent du respect des délais par chaque chef de projet et de la bonne affectation du personnel pour chaque équipe et sur l'ensemble des projets en cours.

### **2.1.5.3 / La collaboration à distance**

La mise en réseau des documents de l'agence et de ses antennes, à partir de serveurs extranet et/ou intranet, permet le partage d'informations à distance entre les collaborateurs.

L'Intranet comporte les actualités de l'agence, les agendas et les plannings. Cette centralisation permet la capitalisation des connaissances et assure la cohérence du groupe.

L'extranet, quant à lui, joue le rôle d'un espace virtuel dans lequel sont déposés les documents du projet, donnant ainsi la possibilité aux autres acteurs, de télécharger les fichiers. Cet extranet est aussi utilisé pour des échanges occasionnels de fichiers trop lourds avec des acteurs hors de l'agence.

Des serveurs de stockage sont aussi mis en place afin de garder en mémoire les projets réalisés par l'agence qui peuvent eux-mêmes être consultés et/ou repris comme références pour d'autres projets de l'agence.

Un système de vidéoconférence existe pour permettre les réunions synchrones et à distance avec les partenaires et les collaborateurs situés dans différents pays. Ces réunions servent essentiellement pour des mises au point concernant les détails, la coordination et/ou la gestion de projets.

### **2.1.5.4 / La représentation graphique**

Trois types de représentations graphiques sont mis en place et définis par l'agence : les représentations graphiques à main levée, les représentations graphiques informatisées et les représentations graphiques de synthèse (Lecourtois *et al.*, 2009 b).

- *Les représentations graphiques à main levée* : Elles sont généralement réalisées sur des planches imprimées, avec des crayons et des calques, et cela en coprésence de manière synchrone, lors des réunions inter-équipes. Les esquisses réalisées au cours de ces réunions sont extrêmement codées. Elles répondent à une charte graphique généralisée et utilisée par tous les membres de l'agence. Ainsi quatre

tracés peuvent être identifiés : 1/ le tracé rouge pour l'ensemble des données existantes et importantes à prendre en compte pour la conception du projet ainsi que les axes servant de repères tout au long de la conception du projet et les éléments communs à tous les niveaux, comme les cages d'escaliers, par exemple. Ce tracé n'est pas modifiable, ni remis en cause par les concepteurs. Il représente le seul élément fixe et acté dans le projet. 2/ le tracé vert comportant le reste des éléments qui composent le projet dont les murs, les cloisons, les ouvertures, *etc.* 3/ le tracé noir pour les éléments qui concernent l'existant hors ceux déjà remis dans le tracé rouge. 4/ le tracé bleu par lequel est transcrit toutes les annotations et informations sur les contraintes à intégrer dans la conception du projet. Selon les concepteurs, même les traces laissées par le grattage de la lame de rasoir sur les calques a une importance dans la conception du projet. Ainsi, tous ces tracés représentent la base de conception de leur modèle et sont le résultat de choix collectifs.

- *Les représentations graphiques informatisées* : Elles sont réalisées à partir d'outils numériques mis en réseau, permettant le partage d'informations en co-présence ou à distance de manière asynchrone. Les éléments graphiques réalisés au cours du processus répondent aux mêmes codes mis en place par l'agence pour les représentations graphiques à main levée. Eux aussi répondent à une charte graphique généralisée et utilisée par tous les membres de l'agence. Ces documents reposent principalement sur une logique de Xréf<sup>21</sup>. Ainsi, ces Xréfs sont utilisées dans l'ensemble des fichiers informatiques et pour les pièces graphiques de l'agence. Par exemple, le tracé rouge défini dès les premières esquisses du projet doit apparaître en Xréf sur le document de travail puisqu'il n'est pas destiné à être modifié. D'autres éléments du plan apparaissent en Xréf : par exemple, les cartouches qui représentent l'identité de l'agence ou les axes de structure appelés aussi « files » qui servent de repère à la conception. Pour la gestion de fichiers très lourds, les concepteurs découpent le projet en plusieurs zones qu'ils nomment et mettent dans des fichiers différents, le reste du bâtiment apparaissant dans chaque fichier sous forme de Xréfs. Ainsi, ils facilitent la manipulation des fichiers, même quand ceux-ci sont très lourds. Ils permettent aussi à plusieurs concepteurs de travailler en temps réel sur l'étage d'un même projet, par exemple. La mise en commun de leur document se fait par une notification qui apparaît lors de l'enregistrement du fichier. En mettant à jour leurs Xréfs, les concepteurs peuvent partager en asynchrone les travaux issus des tâches accomplies par chacun.
- *Les représentations de synthèse* : sont figées et sont uniquement utilisées pour la modélisation du projet jusqu'à ses moindres détails. Contrairement aux tracés à main levée ou informatisés, ces représentations ne sont pas ouvertes, elles sont uniquement utilisées pour des choix techniques, des calculs structurels ou des évaluations thermiques et/ou économiques.

---

<sup>21</sup> Les Xrefs sont des composants liés au plan sous forme de bloc provenant de références externes issues d'autres plans.

### 2.1.6 Le cas de l'agence Mikado

Nous avons eu l'occasion d'interroger cette agence d'architecture dans le cadre d'échanges réalisés au sein de notre laboratoire ARIAM-LAREA. Leurs activités collaboratives les associant à d'autres agences d'architecture nous a intéressé et nous a poussé à les interviewer dans le cadre de notre étude.

#### 2.1.6.1 / Le fonctionnement de l'agence

L'agence, localisée à Lille, est dirigée par un architecte, recrutant d'autres architectes selon les affaires en cours. Il s'associe généralement avec d'autres agences d'architecture pour répondre à des projets de grandes envergures. Par exemple, pour un projet de conception de crèche se situant à Paris, l'agence s'est associée avec une autre agence lilloise, une agence parisienne et un bureau d'étude ayant l'habitude de travailler sur ce type de programme.

Lors de ces collaborations, les tâches spécifiques à chaque agence ne sont pas forcément définies à l'avance. C'est un réel problème qu'il souligne car, selon lui, le projet « *partait dans des directions différentes* » créant ainsi des incompréhensions entre les différentes agences.

L'architecte nous décrit ainsi deux expériences de collaboration inter-agence. Dans la première expérience, en collaborant avec une agence londonienne, tous les concepteurs se sont partagés les tâches en amont pour répondre au mieux aux exigences du programme et du maître d'ouvrage. Dans l'autre expérience décrivant le cas d'une conception d'une crèche, cette démarche n'a pas pu être appliquée pendant tout le processus. Ceci a induit des décalages et des incompréhensions entre les trois agences.

#### 2.1.6.2 / Les formes de collaboration inter-agences

Dans les deux cas décrits par l'architecte, les collaborations se déroulaient généralement à distance. Ils utilisent l'e-mail pour l'échange des documents et la vidéo en ligne *via* skype, pour le travail synchrone.

Habituellement la transmission des documents se fait en amont de la réunion. Ces documents doivent être préparés et lisibles par les uns et les autres. Cette préparation de documents empêche une certaine « spontanéité » dans le processus créatif de conception. Très vite, cette procédure de travail pousse l'architecte à fabriquer rapidement un modèle qui soit moins abstrait et facilement compréhensible par les autres.

Une fois les éléments envoyés, chacun se met face à la même image ou au même plan et commente au fur à mesure le projet. Ils essayent de se localiser en donnant des indications relatives au plan « *ici, à droite du local B* » « *en dessous du local V* ». *Issu de l'entretien mené par Ben Rajeb avec le chef de l'agence se trouvant à Lille – 2010*

Dans le cadre de sa collaboration avec l'agence londonienne, l'architecte nous décrit une

expérience de détournement d'un environnement virtuel appelé « Transpace »<sup>22</sup>, pour pouvoir manipuler en temps réel et à distance les mêmes documents (cf. figure 20).



**Figure 19 : « Transpace » : environnement virtuel pour les échanges interactifs et les interactions sociales** (image en accès libre <http://wingtamarch1391.wordpress.com>)

Comme on pourrait le voir dans la figure ci-dessus, chacun des architectes a créé un avatar à partir duquel accéder à un espace interactif (cf, personnage au centre de la figure 20). Dans cet espace, ils ont placé ensemble et construit conjointement une modélisation 3D de leur projet discuté ensemble. Cet environnement leur a permis de se promener dans la maquette ou de partager la même vue. Ils ont aussi eu la possibilité de modifier sommairement le modèle (avec des outils simples proposés par la plateforme) en simultané.

*« On pouvait tirer tous les deux sur un élément du projet. On pouvait se bagarrer (rire)... jeter certaines parties, un peu ce qu'on pourrait faire sur une maquette traditionnelle... ».*

*Issu de l'entretien mené par Ben Rajeb avec le directeur de l'agence – 2010*

Par ces échanges *via* « Transpace », tous les concepteurs ont participé à ce jeu pour répondre à un concours. Ils ont pu construire conjointement la maquette numérique, se mettre d'accord sur un point de vue à revaloriser pour présenter le projet du concours et acter certains choix qui concernaient sa conception et sa modélisation *via* les fonctionnalités offertes par l'outil (cf. fenêtres se trouvant à gauche de la figure 20).

Le grand problème de cet espace est qu'il n'est pas réellement adapté à l'activité architecturale même s'il propose des outils permettant de manipuler des objets. Ces outils sont aussi extrêmement sommaires et leur efficacité dépend de la rapidité du réseau. Plus le modèle est lourd et plus les échanges entre les concepteurs s'alourdissent et se compliquent.

C'est pourquoi leurs réunions *via* cette plateforme étaient souvent complétées par des échanges d'e-mails ou des discussions par Skype.

<sup>22</sup> <http://wingtamarch1391.wordpress.com>.

### 2.1.6.3 / La représentation graphique

Pour l'architecte interviewé, l'expérience de collaboration autour de la conception de la crèche a été, malheureusement, ratée. Beaucoup de problèmes ont été rencontrés à cause de l'hétérogénéité des logiciels utilisés par chacun. Lors des transmissions de fichiers, certaines données ont été perdues. Telle que confirmé par le chef d'agence, cette situation les a obligé à refaire plusieurs fois le même travail pour la conception du projet :

*« On sait pertinemment que dans l'autre agence lilloise, il y a, en permanence, quelqu'un qui va re-fabriquer ce qu'on a déjà fabriqué pour le mettre dans un seul fichier ».*

*Issu de l'entretien mené par Ben Rajeb avec le directeur de l'agence – 2010*

Des incohérences apparaissent ainsi entre les modèles partagés par les uns et les autres. S'ajoutent à cela des problèmes au niveau des répartitions des tâches.

*« Organisationnellement, il n'y a pas de rôles définis, quand je dis rôles définis c'est à dire qu'il n'y a pas de méthode de travail. On est dans une sorte de gros nuage où tout le monde a le même statut de concepteur là-dedans... et là, en tout, on est six architectes pour 950m<sup>2</sup> ».*

*Issu de l'entretien mené par Ben Rajeb avec le directeur de l'agence – 2010*

N'ayant pas de démarche de travail, des décalages ont fini par se construire (pas de *synchronisation cognitive* ni *temporo-opératoire* entre les concepteurs), ils ont fini par s'envoyer des e-mails ou par se déplacer pour se rencontrer. Les types d'e-mails qu'ils s'envoient sont principalement des e-mails de distribution de fichiers. Il n'y avait pas de réels échanges entre ces six concepteurs.

Dans ce projet, chacun propose sa vision des choses. Ainsi, les tâches diffèrent et les objectifs aussi. C'est lors des réunions de consultation que des négociations, des argumentations et des consensus se créent entre les collaborateurs pour arrêter certains choix qui concernent le projet.

Au fur et à mesure de l'avancement du projet, trois positions, donc trois projets différents sont développés et travaillés séparément par chaque agence. Le chef de l'agence souligne d'ailleurs :

*« En ce moment, c'est un peu la guerre des positions ... le problème étant que nous ne sommes plus dans une position où je cache ma copie plutôt que je ne la montre aux autres... Aux réunions, rien ne se transmet quasiment, chacun garde son idée pour lui ... je trouve que maintenant on est tous concurrent, c'est-à-dire que le projet reviendra à celui qui sera le meilleur de notre équipe ... on s'est créé notre propre concours, en sorte (rire)... ».*

*Issu de l'entretien mené par Ben Rajeb avec le directeur de l'agence – 2010*

Selon le concepteur, la distance crée un décalage (au niveau de la *synchronisation cognitive* et de la *conscience mutuelle*) entre les agences en offrant le choix de partager ou non les informations (donc la possibilité ou pas de se créer un *référentiel opératif commun*). Tous travaillaient sur le même programme sans collaborer puisque trois projets distincts résultent de ce travail collectif.

### 2.1.7 Le cas de l'agence AIA: Architectes Ingénieurs Associés

Nous avons eu l'occasion d'interroger cette agence d'architecture dans le cadre d'un projet nommé Web Collaboratif, financé par cette même agence et porté par notre laboratoire ARIAM-LAREA. Ce projet porte sur la spécification d'un système adapté aux fonctionnements collaboratifs de l'agence. L'objectif de ce système est de faciliter les échanges asynchrones entre divers collaborateurs. Cette recherche a duré 15 mois ce qui nous a permis de facilement interroger leurs pratiques de collaboration et accéder aux différents outils de partage et de communication que les concepteurs utilisaient.

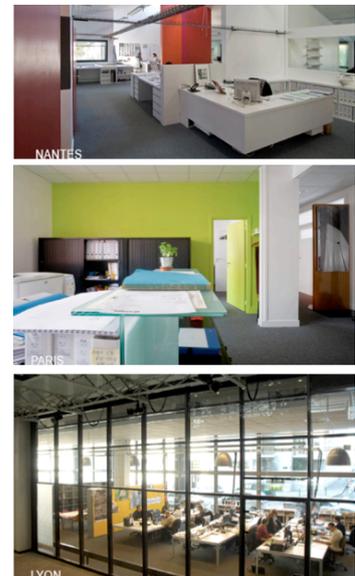
#### 2.1.7.1 / Le fonctionnement de l'agence

L'agence AIA a été fondée en 1971, à Nantes, par un collectif d'architectes et d'ingénieurs ayant pour ambition de réunir au sein d'une même structure l'ensemble des compétences nécessaires à l'exercice de la maîtrise d'œuvre. Cette caractéristique pluridisciplinaire a pour visée de développer et d'enrichir les activités collaboratives au sein de cette agence.

Les trois principales antennes de AIA se situent à Paris, Nantes et Lyon (photos des différents sites de l'agence : cf. figure 21). Ces antennes ont pour objectif de préparer le développement national de l'agence et aujourd'hui ce ne sont pas moins de 400 personnes qui travaillent autour de projets communs au sein d'AIA.

AIA regroupe, tel que son nom l'indique, différentes compétences dont des ingénieurs généralistes et spécialisés, des coordinateurs, des économistes, des infographistes, *etc.* (l'organigramme montrant la structure générale de l'agence selon les différentes expertises qui la constituent est présenté dans la figure 21). Tous interviennent de concert avec les architectes des trois entités de l'agence AIA sur les projets que celle-ci développe.

Tel que montré dans l'organigramme présenté ci-dessus (cf. figure 21), AIA s'est divisée en différents secteurs. Le secteur ingénierie générale de l'agence est divisé entre Nantes, Paris et Lyon. Il intervient auprès des architectes en tant qu'ingénierie généraliste, en affichant une compétence toute particulière dans le secteur hospitalier. Le secteur économie a pour vocation l'économie de la construction dans toutes ses composantes d'estimation, de description, de métré, de chiffrage et de contrôle des coûts. Le secteur structure se spécialise plus particulièrement dans les structures particulièrement



complexes et a pour vocation de maîtriser et de développer plusieurs techniques de structures appliquées au bâtiment, aux ouvrages d'art et aux grandes infrastructures. Le secteur Coordination se concentre sur le bon déroulement, dans des délais contractuels souvent courts, d'opérations complexes. Le secteur informatique a été développé par l'agence lors de l'acquisition, en 2003, d'un outil spécifique, « chantier.net », pour le dépôt de plans ou tout document nécessaire pour les échanges entre les collaborateurs. Cette acquisition est motivée par la volonté de garantir la fiabilité, la sécurité, l'efficacité et la traçabilité de ses propres échanges de données informatiques entre ses différents sites, ses chantiers et ses nombreux intervenants, via des accès Internet simples.

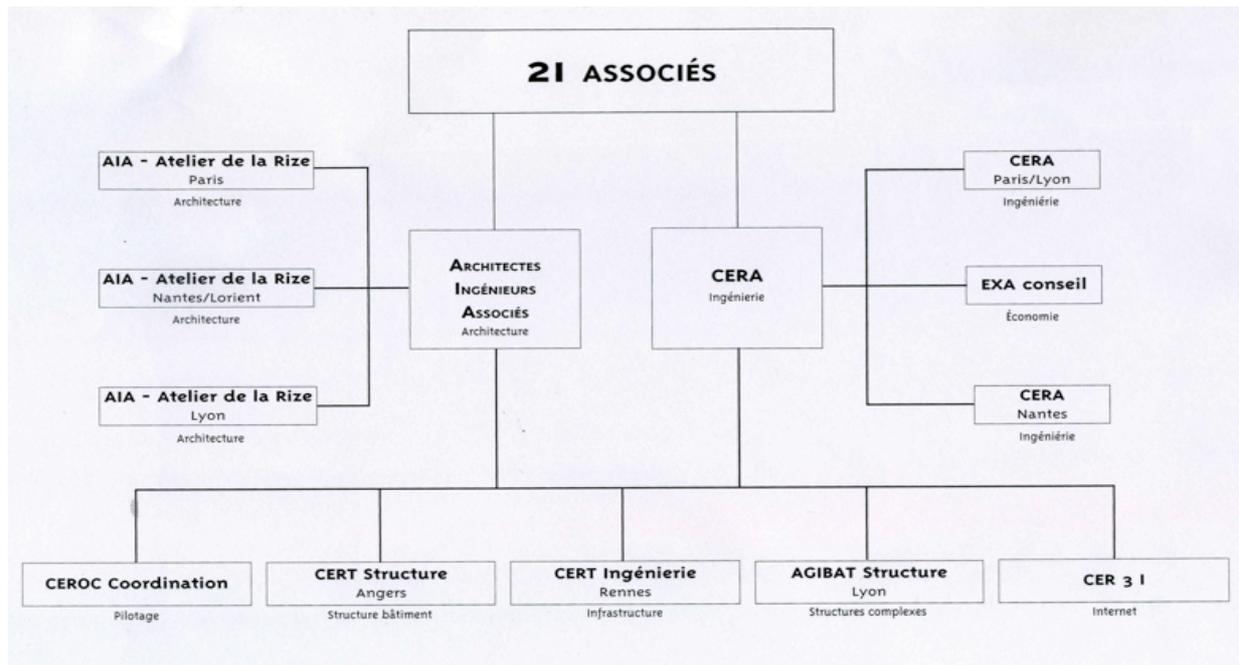


Figure 20 : Organigramme de l'agence AIA et les différents sites de l'agence entre Paris, Nantes et Lyon (issu du site de l'agence <http://www.a-i-a.fr/fr> --- 2009)

Dans la logique de leur organisation de départ, tous ces acteurs provenant de différents domaines travaillent de concert sur chacun des projets qu'ils abordent, et ceci dès les premières esquisses ébauchées. Ils créent ainsi une dynamique unissant différentes compétences et expertises.

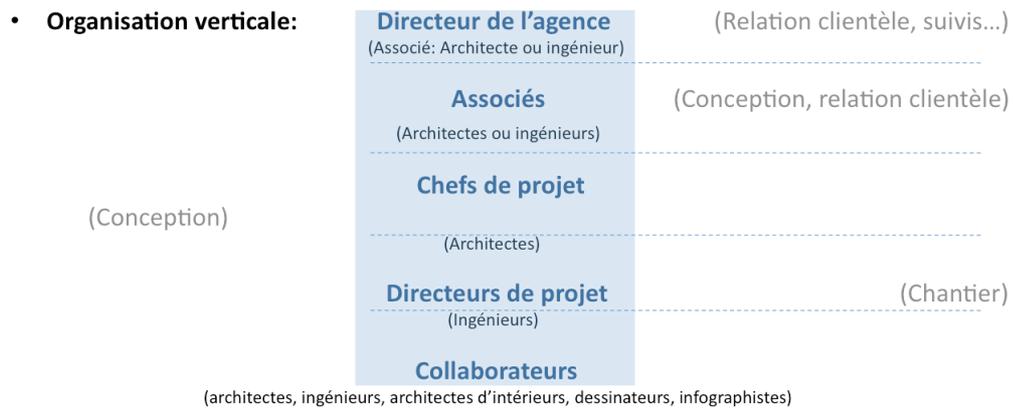
Chaque équipe du projet se compose au minimum de trois acteurs nommés par l'agence : un *associé responsable*, un *chef de projet* et un *ingénieur d'étude*.

- L'*associé responsable* suit le déroulement du projet depuis l'étude de sa faisabilité jusqu'à sa réception en assurant sa gestion et la relation avec le maître d'ouvrage. Il s'intéresse autant à la conception du projet qu'à sa réalisation en contrôlant, validant puis transmettant les propositions mises en place par l'équipe au client.
- Le *chef de projet* suit le déroulement du projet, de l'étude à la réception, mais de façon continue. Il s'occupe autant des aspects conceptuels du projet que des aspects administratifs, financiers et de planification. Il gère la centralisation et le passage de l'ensemble des informations entre l'*associé responsable* et le reste de l'équipe.

Il pilote la conception et s'occupe du suivi conceptuel du projet. Dans le cadre des chantiers, le *chef de projet* se voit accompagné par un *directeur de projet* qui supervise tous les travaux liés à l'exécution du projet.

- L'*ingénieur d'étude* suit la partie ingénierie du projet. Il centralise les informations provenant de l'ensemble des bureaux d'études et des ingénieurs spécialisés. Il travaille de concert avec le chef de projet et cela, dès les premières esquisses.

Cette structure permet déjà de définir un premier type d'organisation dans l'agence AIA :

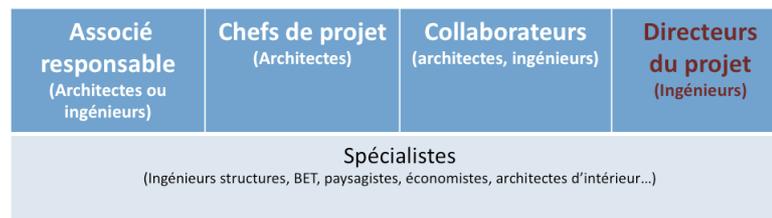


**Figure 21 : Organisation verticale de l'agence AIA**  
(Ben Rajeb, présentation chez AIA, septembre 2009)

Cette organisation est dite verticale (*cf.* figure 22) car elle est régit par une logique de relation hiérarchique entre les acteurs de la conception (selon Bucciarelli, 1988, *cf.* p. 19). Cette hiérarchisation est relative à leur statut au sein de l'agence ainsi qu'aux responsabilités qui sont incombées à chacun des concepteurs.

Tous ces acteurs sont responsables et collaborent avec des membres internes à l'agence qu'ils désignent suivant l'état d'avancement et les besoins du projet, généralement des architectes assistants. Ainsi, un chef de projet, un associé responsable, un ingénieur d'étude et éventuellement un architecte assistant collaborent autour de la conception d'un projet architectural. Un deuxième type d'organisation apparaît donc ici mais relatif au projet en cours de conception (*cf.* figure 23) :

- **Organisation Horizontale:**



**Figure 22 : Organisation horizontale de l'agence AIA**  
 (Ben Rajeb, présentation chez AIA, septembre 2009)

Cette organisation est dite horizontale (*cf.* figure 23) car pour la conception d'un projet, ses différents acteurs sont associés au même objectif et leurs points de vue et évaluations mutuelles sont d'égale importance (selon Bucciarelli, 1988, *cf.* p. 19).

### 2.1.7.2 / Les formes de collaboration en agence

Les architectes, les bureaux d'études et les ingénieurs pouvant se trouver dans divers lieux, ils travaillent autant à distance qu'en présence dès le début du processus de conception.

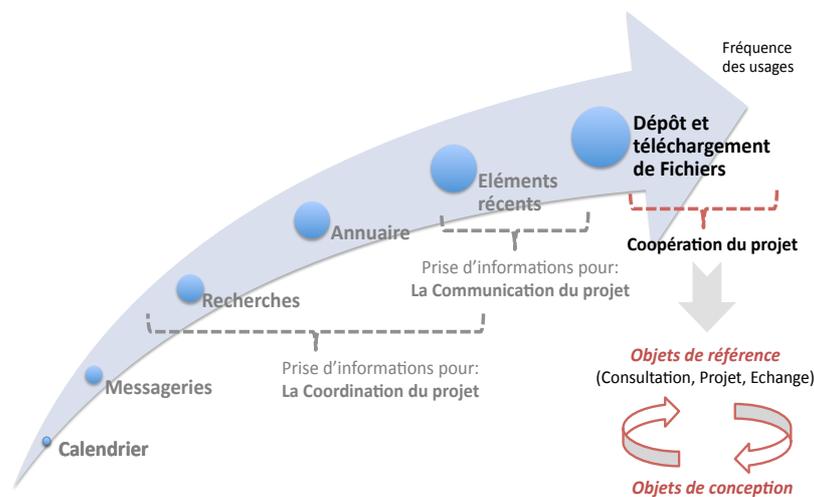
Tout comme Architecture Studio ou Art & Build, ils ont mis en place un certain nombre de méthodes de travail et de procédures visant une meilleure collaboration et plus d'échanges entre les disciplines et les différentes agences (*cf.* tableau 5).

Méthodes	Définitions	Objectifs de la recherche
<b>Mails (Outlook)</b>	Échanges d'informations	Dégager les différentes typologies de ces échanges
<b>Réunions régulières ou spontanées</b>	Réunions spécifiques par rapport à un objectif particulier	Caractériser les modes de communication, formes, acteurs, moyens, supports, etc.
<b>Cahiers thématiques</b>	Recensement des différentes phases et décisions qui ont participé à la définition du projet	Interroger leurs mises en œuvre, leur mode de hiérarchisation des données à valoriser et les mécanismes d'échange qui en résulte
<b>Intranet</b>	Centralisation de l'ensemble des références internes à l'agence	Spécifier le mode de construction et d'organisation des données, sa maniabilité, etc.
<b>Chantiers.net</b>	Armoire à plan disponible de n'importe où	Analyser le modèle théorique, sa prise en charge de la conception, ses potentialités, ses limites, etc.
<b>Notes Vertes</b>	Diffusion rapide et ciblée de l'information	Définir leurs objets, supports, utilisateurs, modes de transmissions et/ou de partage
<b>Visioconférence</b>	Système de communication synchrone	Interroger ses potentialités, limites, etc.
<b>Outils de CAO</b>	Production de représentations conventionnelles facilitant la communication et les échanges	Spécifier les outils partagés, le langage commun, etc.

**Tableau 5 : Liste des méthodes d'aide aux échanges mises en place par l'agence AIA**  
 (Ben Rajeb issu de Guéna *et al.*, 2011)

Comme nous pouvons le voir dans le tableau ci-dessus (*cf.* tableau 5), certains de ces outils sont classiques, d'autres ont été élaborés par l'agence. Parmi eux, nous pouvons citer « chantiers.net », un site de dépôt de plans.

Chantiers.net offre un point d'entrée mais aussi d'échange de documents entre les différents acteurs du projet sur Internet. Maîtres d'ouvrage, architectes, bureaux d'études, industriels et entreprises y trouvent l'ensemble des informations nécessaires au bon déroulement et évolution du projet de la phase esquisse à la phase chantier. Le dépôt et le téléchargement de fichiers sont la principale fonction qui définit Chantiers.net (*cf.* figure 24). D'autres fonctions sont aussi ajoutées dans cet outil afin de gérer le communication du projet (en mettant en exergue les documents récents déposer dans l'outil) ou de coordonner le projet et de synchroniser les connaissances des acteurs du projet (en permettant des recherches de documents, *via* une date, un emplacement ou autre, *etc.*). Cet espace en ligne est utilisé par les architectes avec leurs partenaires : en amont, avec les maîtres d'ouvrage et donneurs d'ordre; en phase de conception, avec les bureaux d'études et les économistes, et enfin en phase de réalisation avec les entreprises. Cet outil gère spécifiquement les situations de travail distant et asynchrone.



**Figure 23 : Rôles et pertinences des rubriques composant Chantiers.net**  
(Ben Rajeb issu de Guéna et al., 2011)

Un autre outil développé par l'agence pour assister la collaboration est le « cahier thématique ». Le « cahier thématique » sert de repère à tous ceux qui intègrent le projet en son milieu. C'est une sorte de journal de bord de projet permettant de rendre compte des différentes décisions prises au cours du projet, son évolution et ses références. Servant essentiellement la construction d'un *référentiel opératif commun*, il reflète le travail fait au cours de la conception et explicite les choix de l'équipe et les schémas organisationnels des architectes par rapport au projet. Il regroupe également des notices techniques et des comptes-rendus de réunions.

D'autres moyens peuvent être aussi cités comme la mise en réseau des documents produits en co-présence. Ainsi, chaque collaborateur peut avoir accès au fichier de travail de l'autre mais uniquement en lecture seule (même outil que celui utilisé par Art & Build). Ces fichiers sont consultables uniquement en différé.

La majorité du temps est consacrée à des tâches exécutées séparément par les uns et les autres. Des réunions hebdomadaires ou simplement provoquées par le chef de projet, sont aussi organisées pour la synchronisation de ses tâches participant à la formation

d'une *conscience mutuelle* entre les acteurs du projet.

Tous les collaborateurs sont ainsi invités à assister à la réunion, à partir de l'envoi d'un e-mail contenant un ordre du jour. Ces réunions peuvent aussi être informelles, spontanées et provoquées par n'importe quel membre de l'équipe, selon les besoins du projet. Nous verrons avec plus de détails dans la suite de ce travail comment se déroulent ces réunions et sous quelles formes.

Bien souvent existent des cas où les concepteurs collaborent à distance. Par exemple, dans le cadre de la conception d'un stade, le chef de projet et l'équipe conception se trouvaient à Paris. Les études qui concernaient les structures et les problèmes d'ingénierie se faisaient à Nantes. Quant à la scénographie du projet, elle était étudiée avec l'équipe conception qui se trouvait à Lyon.

### **2.1.7.3 / La collaboration à distance**

Lors de ces collaborations à distance, les concepteurs utilisent différents outils, principalement, le téléphone pour les échanges synchrones ; un local a même été dédié pour le travail en visioconférence. Cet outil est largement utilisé par l'agence, il est même détourné et utilisé pour visualiser par exemple une même présentation ou un même Power Point à distance.

Dans certains cas, des systèmes permettant le partage d'écrans sont utilisés entre deux partenaires distants.

Il y a aussi les e-mails et « chantiers.net » pour les échanges asynchrones. Ces deux moyens de communication sont utilisés autant dans le cadre d'échanges formels qu'informels pour acter des choix, transférer des documents officiels ou de simples documents de travail, réaliser des mises au point, traiter des problèmes bien spécifiques, coordonner et/ou transférer des documents textes ou graphiques.

Chaque concepteur a au minimum deux boîtes d'e-mail, l'une personnelle dans laquelle il reçoit les messages qui lui sont spécifiquement adressés et l'autre classée par projet dans laquelle sont envoyés les e-mails qui concernent le projet dans sa globalité. Cette boîte e-mail est partagée et consultable par l'ensemble de l'équipe travaillant sur le projet. Le problème avec ce type d'organisation de boîtes e-mails est que les concepteurs risquent d'être submergés d'informations qui viennent de partout et d'avoir des doublons entre la boîte mail personnelle et les boîtes mails projet.

### **2.1.7.4 / La représentation graphique**

Les représentations graphiques produites au sein de l'agence sont de 2 ordres :

- Des représentations graphiques réalisées à main levée : généralement produites soit isolément pour penser le projet ou un détail du projet, soit collectivement lors des

premières réunions qui concernent la phase esquisse du projet où la ligne directrice du projet reste à définir. Ces représentations sont réalisées en co-présence autour d'une table ou sur un tableau blanc affiché au mur.

- Des représentations informatiques : réalisées isolément par chacun des concepteurs selon la tâche qui lui a été donnée. Elles sont mises en partage *via* le réseau interne de chaque agence. Seules les images mises en partage comme référence commune se trouvant dans le serveur (nommée iconographie) sont partagées par les trois antennes de l'agence AIA. Prenant la forme de plans ou de maquettes 3D numériques, ces représentations sont des outils de travail constamment remis en cause et repris par les concepteurs au cours du processus de conception. Les plans sont étudiés de manière à répondre à un programme et à une organisation générale du projet, les maquettes numériques sont, quant à elles, utilisées pour tester les textures, évaluer les façades, étudier la portée de l'ombre sur le bâtiment, *etc.* Souvent ces représentations sont emmenées lors des réunions en co-présence pour être étudiées, questionnées et remises en cause.

A la fin de chaque phase, les chefs de projet doivent remplir un fichier (*cf.* tableau 6) mis en place par l'agence, afin de vérifier le bon déroulement de la mission. Ce fichier contrôle le respect des documents à produire pour l'étude de projet d'une part et les documents à livrer au maître d'ouvrage d'autre part.

			
<b>FICHE ESQUISSE</b>			
V1 - 9/01/2009		Rédacteur : Jba, LP, FLB	Vérificateur : XB
<b>DOCUMENTS PREALABLES A CONSULTER</b>			
ACTION A REALISER	TYPE DE DOCUMENT	REMARQUES	DATE D'ACTION
Consulter le document d'engagement	Contrat et/ou acte d'engagement et/ou règlement de concours	Ce document est confidentiel et doit rester au sein de la société dans le bureau de l'assistante de gestion.	
S'assurer de l'existence de la commande de la phase et vérifier la nature des documents à fournir	Fiche de commande, ordre de service ou autre document écrit du maître d'ouvrage	AIA possède un modèle de commande qui peut être éventuellement fourni au maître d'ouvrage	
Prendre connaissance du dossier programme	Programme conçu par le maître d'ouvrage ou par AIA	Dans le cadre de projets privés, ce programme se réalise en parallèle de l'esquisse	
Visiter les lieux	Plans du site	Produire un reportage photo du terrain et de son contexte urbain	
Analyser les bâtiments existant	Rapport amiante, rapport plomb, rapport termites,...	Documents à demander au maître d'ouvrage	
Prendre connaissance des données administratives et des contraintes réglementaires	Règlements d'urbanisme, PLU, POS, actes de propriété du terrain avec ses servitudes,...	Le propriétaire du terrain doit être identifié au moment du démarrage du projet. Ces informations doivent être fournies par le maître d'ouvrage.	
Prendre connaissance de la structuration technique du terrain	Etudes de sol préalables, plan des réseaux, sismicité, pollution,...	Prendre avis du responsable BET	
Prendre connaissance des paramètres extérieurs et/ou d'une étude d'impact menée sur le site	Recherches préventives de vestiges archéologiques, recherche d'éléments notables liés à la biodiversité (faunistique, floristique, ...)	Enquêter auprès des services d'urbanisme de la mairie et auprès du voisinage du terrain	
Prendre connaissance des données physiques du terrain	Relevé de géomètre	Ce document est indispensable. S'il n'existe pas, prévoir un programme de relevé.	
Prendre connaissance des données acoustiques du contexte	Relevé d'acoustique		
Prendre connaissance des données climatiques	Demander des informations à la météorologie nationale sur la climatologie, l'ensoleillement et les données de développement durable.	Ces informations permettront de répondre aux besoins de développement durable.	

Tableau 6 : Liste des documents pour l'organisation et la validation de chaque phase de l'agence

(Issu des données internes de l'agence AIA)

Ce fichier prend la forme d'un classeur Excel (*cf.* tableau 6), divisé en trois parties qui listent les différents documents utilisés pour chaque phase : les documents préalables à consulter en début de chaque phase, les documents de conception à produire au cours de la phase et les documents de travail à livrer au maître d'ouvrage en fin de chaque phase du processus de conception.

Ce type d'organisation de fichiers (telle que observé dans le tableau ci-dessus) reflète trois typologies de documents mises en jeu lors de la conception selon leurs visées dans le processus (*cf.* tableau 7).

Ce tableau 7 montre que dans l'ensemble, les documents sont de trois types et relèvent de fonctions spécifiques lors du processus de conception du projet architectural :

- Documents servant d'éléments de référence pour concevoir l'objet architectural : ces documents prennent la forme d'une image, d'une esquisse, de cahier des charges, de réglementations et/ou de représentations graphiques qui ont été produits et/ou livrés lors de la phase précédente.
- Documents servant pour les études du projet : ces représentations peuvent être esquissées ou plus formalisées et sont essentiellement des documents de travail qui ont pour vocation d'être transformés.
- Documents qui ont pour seule visée d'être communiqués à autrui : Ces documents répondent à une représentation purement formelle et respectent des règles graphiques bien strictes et définies (l'échelle, la cartouche, la date exacte, le tampon de livraison, *etc.*) pour qu'ils puissent être communiqués et communicables au maître d'ouvrage.

Phase ESQUISSE			Phase APS			Phase APD			...
Docs. Préalables à consulter	Docs.de conception	Docs. A livrer	Docs. Préalables à consulter	Docs.de conception	Docs. A livrer	Docs. Préalables à consulter	Docs.de conception	Docs. A livrer	
REFERENCES	ETUDES	COMM.	REF.	ETUDES	COMM.	REF.	ETUDES	COMM.	

- Tableau 7 : Organisation des documents par phase et par fonction

La définition de la charte graphique et de l'organisation des e-mails de projet sont aussi autant de moyens mis en place par l'agence pour assurer la *synchronisation cognitive et temporo-opératoire* entre les acteurs, pour assurer une *conscience mutuelle* de la situation et pour gérer le *référentiel opératif commun*.

### 2.1.8 Synthèse

Nos enquêtes nous ont conduits à tracer un panel de cas de figures d'activités collectives dans les agences ; chacun d'eux travaillant dans des situations, conditions et organisations différentes. Certains réussissent tant bien que mal à répondre aux contraintes de la distance et/ou de la diversité des équipes de projet, des fois par des solutions préexistantes et souvent par détournement d'outils, de méthodes et de procédures diverses.

Le tableau suivant fait une synthèse de tous les cas de figure que nous avons observés dans le cadre de notre recherche. L'agence AIA est un bon cas d'étude que nous avons décidé de pousser, car les situations de travail à distance y sont aussi fréquentes que celles en présence.

L'étude de ce cas a été d'autant plus poussée que les membres de l'agence AIA nous ont ouvert leurs portes sans aucune réserve. Ils ont répondu à nos questions et ils ont accepté que l'on assiste à leurs réunions, même quand il s'agissait de projet en phase concours, une phase où la confidentialité est de mise.

La section suivante présente les observations les plus importantes qui ont pu être identifiées grâce à cet exercice d'immersion en agence qui a duré plus de trois mois. Ces observations serviront, dans le reste de notre travail de recherche, pour la définition de nouveaux concepts autour de la question de la collaboration distante en conception architecturale.

Agence	Lieu	Acteurs	Activités collectives importantes	Temps des échanges et outils utilisés
AIA : Architectes Ingénieurs Associés (Agence d'architecture)	Nantes Paris Lyon	Architectes Ingénieurs Graphistes Economistes Bureaux d'étude	En présence (quotidiennes)	Synchrone (via des réunions) Asynchrone (via le réseaux, des procédures de travail (type cahier thématique) et des tâches définies )
			A distance (quotidiennes)	Synchrone (via la visioconférence, téléphone, partage d'écran) Asynchrone (via le e-mail, chantier.net)
ORA-ITO (Agence de design)	Paris	Designers Infographistes Architectes	En présence (quotidiennes)	Synchrone (via des réunions programmées et/ou spontanées)
MIKADO (Agence d'architecture)	Lille	Architectes	A distance (collaboration avec d'autres agences)	Synchrone (via la vidéoconférence, téléphone, détournement de TRANSPACE ) Asynchrone (via le e-mail, fax)
Gehry Partners (Agence d'architecture)	Los Angeles Paris New York Hong Kong	Architectes Ingénieurs Bureaux d'étude Consultants en informatique	En présence (cas de conception collaborative occasionnelle)	Synchrone (via des réunions hebdomadaires) Asynchrone (quotidien via le réseau et un accès défini et limité au modèle commun )
			A distance (cas de validation ou d'invalidation du modèle)	Asynchrone (consultation hebdomadaire de l'évolution du modèle paramétrique 3D commun nettoyé et validé par le coordinateur pour le partage)
Architecture Studio (Agence d'architecture et d'urbanisme)	Paris Shanghai Beijing	Architectes (de différentes nationalités et avec différentes cultures architecturales) Economistes Bureaux d'étude	En présence (quotidiennes)	Synchrone (via des réunions programmées et/ou spontanées) Asynchrone (via le réseaux, une codification des tracés, des procédures de travail et des tâches bien définies )
			A distance (occasionnelles)	Synchrone (via la visioconférence) Asynchrone (via le e-mail et mise en réseau inter-agence)
Art & Build (Agence d'architecture)	Bruxelles Paris Toulouse	Architectes Infographistes Economistes	En présence (pratique commune de l'agence)	Synchrone (via des réunions programmées et/ou spontanées) Asynchrone (via la mise en réseau des fichiers de l'agence)
			A distance (échange de documents)	Synchrone (via la visioconférence) Asynchrone (via le e-mail)

**Tableau 8 : Synthèse des différentes situations d'activité collective dans les agences d'architecture questionnées**

## 2.2 Observation approfondie d'une pratique : le cas de AIA

### 2.2.1 / Outils d'aide à la collaboration synchrone et distante utilisés

- ✓ 2.2.1.1 / Situation 1 : Réunion à distance outillée par un système de Visioconférence
- ✓ 2.2.1.2 / Situation 2 : Réunion à distance outillée par un système de partage d'écran

### 2.2.2 / Diversité des formes d'activités collaboratives en agence

### 2.2.3 / Espaces des activités collaboratives

### 2.2.4 / Importance de la négociation, de l'évaluation et de la remise en cause par consensus

### 2.2.5 / Synthèse

Dans le cadre de nos observations en agence, nous avons suivi l'évolution de plusieurs projets, qui permettent de comprendre les spécificités des pratiques collaboratives dans le domaine de la conception architecturale.

#### 2.2.1 Outils d'aide à la collaboration synchrone et distante utilisés

En se reportant à la matrice "espace/temps" du CSCW, *computer-supported cooperative work* (Johansen, 1988 ; Ellis *et al.*, 1991 ; Gaver, 1992, *cf.* p.52), nous listons ici les principaux outils et méthodes mis en place par l'agence AIA pour pouvoir collaborer en présence ou à distance.

Les différents moyens d'échanges en Agence		Temporalité des interactions	
		Synchrone	Asynchrone
Localisation des protagonistes	En Présence	Réunions régulières, réunions spontanées	Travail posté, intranet, cahiers thématiques, notes vertes
	A distance	Téléphone Visioconférences	Email, Chantiers.net, Calendrier partagé

Tableau 9 : Outils d'échanges mis en place en agence  
(Ben Rajeb issu de Guéna *et al.*, 2011)

Notre objet étant la collaboration synchrone et distante, nous avons décidé d'analyser plus précisément deux pratiques de collaboration observées en agence. Ces pratiques diffèrent d'un projet à un autre et d'une situation à une autre.

L'objectif principal de notre étude est d'observer les implications de ces outils d'aide à la collaboration synchrone et à distance sur la pratique de la conception architecturale.

En observant *in situ* les architectes et leurs collaborateurs, nous cherchons à retracer un témoignage de leurs pratiques sous l'influence des outils d'aide à la collaboration synchrone et à distance, dont : la visioconférence et le système de partage d'écran.

Rappelons que nos questions sont : quels rôles assurent ces systèmes dans la collaboration au sein des premières phases de la conception ? Comment ces outils sont-ils exploités ou détournés par les utilisateurs ?

Plusieurs réunions ont été suivies et observées. Nous les présentons en décrivant, dans deux

exemples, le projet qu'elles concernent puis, les acteurs impliqués et les modalités technologiques exploitées.

Nos deux exemples permettent de décrire l'utilisation de ces deux dispositifs technologiques de collaboration en conception architecturale. Ils exploitent un corpus de données vidéo et d'entretiens réalisés autour de deux situations réelles de conception utilisant la visioconférence, le partage d'écran. Sans chercher à comparer directement les performances de ces deux systèmes, ce travail d'observation permet de qualifier le niveau de support que chacun peut apporter aux concepteurs. Nos résultats montrent que l'ajustement de pensées se révèle possible, de façon variable, dans les deux cas. Mais ils identifient également l'inadéquation de ces outils mis en place actuellement dans les agences relativement aux besoins des concepteurs en architecture.

### **2.2.1.1 / Situation 1**

#### ***Réunion à distance outillée par un système de Visioconférence***

##### **Le projet**

La situation de collaboration synchrone concerne la conception d'un projet hospitalier, en phase concours, dont le site se trouve à l'île de la Réunion.

##### **Les acteurs**

Ce projet réunit deux agences d'architecture (AIA qui se situe à Paris et une agence de l'île de la Réunion) et deux bureaux d'ingénierie dont un de Nantes. Les réunions distantes observées utilisent la visioconférence, entre l'agence d'architecture de Paris et les ingénieurs de Nantes. La réunion, exploitée comme exemple de nos observations, rassemble deux architectes, le chef de projet et un architecte paysagiste. Elle concerne le traitement paysager du projet architectural.

##### **Modalités**

Les concepteurs réfléchissent, commentent et dessinent ensemble sur des documents qu'ils ont préalablement affichés au mur et qu'ils montrent par la suite en utilisant la caméra de la visioconférence. Le principal document utilisé lors de cette réunion est un plan de masse envoyé préalablement. Les collaborateurs ré-esquissent ce plan de masse chacun de leur côté. D'autres documents plus spécifiques et personnels sont utilisés. Ils concernent des plans ou des images montrant des points de vues du projet qui semblent pertinents pour les concepteurs. Dans ce cadre, des notes sont prises et des dessins sont esquissés individuellement. Ces esquisses sont construites et réfléchies de manière autonome puis, traduites oralement, par chacun pour être commentées.

##### **Résultats**

Dans le cadre de ce projet, le système de visioconférence a permis la mise en commun d'informations, essentielle pour la construction d'un *référentiel opératif commun*, mais en passant exclusivement par la parole. *Via* ce système, aucun des concepteurs ne peut partager de traces graphiques synchrones. Ils préparent donc en amont leurs documents

de travail, puis se les envoient par mail pour pouvoir s'y référer en temps réel, durant la réunion.

Nous constatons que les concepteurs tentent de détourner la technologie en tramant, par exemple, systématiquement leur plan à l'aide d'axes afin de mieux se repérer. Lorsque de nouveaux choix sont proposés au cours de la réunion, les concepteurs présentent leurs interventions et/ou leurs choix graphiquement sur une feuille vierge ou sur les documents pré-envoyés, qu'ils exposent par la suite devant la caméra. L'échange de ces documents graphiques produits isolément lors de la réunion est donc permis soit en détournant la caméra, soit en les envoyant par e-mail après les avoir scannés à la fin de la réunion, ce qui complique la procédure d'échange.

Nous pouvons affirmer, telle qu'observée dans cet exemple, que la visioconférence n'est exploitable que si elle se base sur l'échange préalable de documents ou si une de ces fonctions (la caméra) est détournée. Les concepteurs ne peuvent opérer graphiquement sur l'objet à concevoir que de manière asynchrone puisque chacun des concepteurs dessine de son côté puis, une fois le dessin achevé, chacun montre à l'autre le résultat de son esquisse. Ainsi, la notion de trame (des axes numérotés formant un tracé régulateur) est utilisée comme repère de localisation spatiale entre les deux concepteurs. Elle peut effectivement suppléer l'impossibilité d'échanger graphiquement sur un même document. En revanche, l'exploitation de la webcam (par détournement) pour transmettre un contenu esquissé en temps réel s'avère, elle, compliquée à gérer. La résolution limitée, la qualité d'éclairage et les déplacements des acteurs face à la caméra ne permettent pas de transmettre des informations graphiques précises, mais juste une idée de ce dont on parle.

Actuellement, l'usage de la visioconférence en conception architecturale ne peut donc pas être réellement considéré comme une solution efficace.

#### **2.2.1.2 / Situation 2**

##### ***Réunion à distance outillée par un système de partage d'écran***

###### **Projet**

Le second exemple de collaboration synchrone outillée que nous avons choisi ici concerne la conception d'une extension de 60.000 m<sup>2</sup> pour un projet hospitalier en phase concours, implanté à Strasbourg.

###### **Acteurs**

Ce projet réunit des ingénieurs, des architectes et des paysagistes situés dans deux antennes d'AIA (l'une à Paris et l'autre à Nantes). La réunion synchrone et à distance rassemble un architecte (Paris) et un ingénieur (Nantes). Elle concerne le contreventement du bâtiment et la résolution de problèmes techniques liés à son emplacement sur une zone sismique.

###### **Modalités**

La plupart des réunions régulières, distantes et informelles sont supportées par un système de partage d'écrans d'ordinateurs et de visioconférence, nommé WebEx et développé par Cisco<sup>3</sup>. Dans la situation observée, cet outil est couplé à un téléphone, branché à un haut-parleur, pour converser à distance. Les collaborateurs peuvent ainsi visualiser, en temps réel, la même image, tout en ayant la possibilité de pointer les espaces (via leur curseur) et partager des annotations. Ces dernières ne sont néanmoins pas totalement synchrones. Elles n'apparaissent sur le poste distant qu'une fois terminées. Ici, les concepteurs réfléchissent, commentent et annotent sur des documents mis en partage par l'un des deux concepteurs, appelé le "maître de réunion". Il est le seul intervenant qui peut décider de donner ou non la main. Les documents utilisés dans cette réunion sont les plans des différents niveaux; les façades et les coupes du projet, ainsi qu'une esquisse à main levée, scannée préalablement par le "maître de réunion" pour la partager par la suite avec son collaborateur distant.

### Résultats

Avec cet outil permettant le partage d'écran, un seul des deux concepteurs (le maître de la réunion) peut mettre en commun les informations graphiques qui sont existantes sur son poste. L'autre concepteur peut intervenir sur le projet via la parole ou via des annotations graphiques ou textuelles (cf. figure 25). L'interface de cet outil (comme indiqué dans la figure ci-dessous) s'insère à celle du logiciel choisi par le maître de réunion. Elle donne la possibilité de partager le tout ou certaines zones de l'espace de travail et d'annoter le plan ouvert à partir du logiciel utilisé par les deux concepteurs *via* des textes, des lignes et des flèches préconstruites.

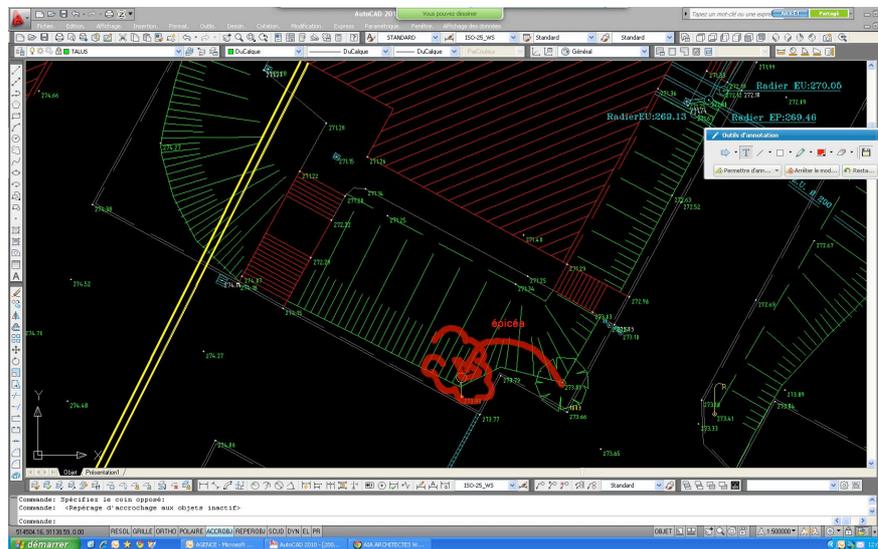


Figure 24 : Exemple d'annotation effectuée *via* le système de partage d'écran (Imprime-écran effectué sur le poste d'un des deux concepteurs collaborant via Webex)

Le "maître de réunion" peut par ailleurs isoler l'information qu'il souhaite et ne pas la partager. Il peut aussi décider à tout moment de partager telle ou telle information issue de ses données personnelles. Néanmoins, son collaborateur distant ne peut réaliser la même opération de son côté puisqu'il n'a pas la main. Cette opération est donc unilatérale.

Ces annotations sont éphémères car lorsqu'un concepteur superpose numériquement un

certain nombre d'annotations sur le document affiché et partagé par les deux, elles s'évaporent dès que l'application sous-jacente est sollicitée. Par exemple, lorsque le « maître » dont l'écran est partagé décide d'effectuer une opération de zoom, une rotation ou ajouter une ligne au plan affiché sur le fichier ouvert mis en fond d'écran et sur lequel les deux concepteurs travaillent, les annotations disparaissent aussitôt.

L'outil de partage d'écran permet à deux concepteurs distants, d'orienter et de repositionner de manière asynchrone le projet dans le site. Démuni de la possibilité d'agir simultanément, il ne favorise toutefois pas le partage en temps réel des points de vue par lequel est traité l'objet conçu. Grâce à l'échange vocal, l'interprétation des propos du collaborateur est partagée en partie. La mise en commun d'informations et de références ne peut provenir que de celui qui a la main (le maître de réunion), ce qui engendre parfois certaines incompréhensions entre les deux concepteurs.

Le partage d'écran supporte relativement bien le partage d'opérations de modification, d'annotations ou de proposition de solutions. Ces opérations se réalisent de manière asynchrone et, restent soumises à un "pilote", rendant la maîtrise du processus résolument unilatérale.

Cette manière inégalitaire de partager de l'information, des documents graphiques ou des annotations peut éventuellement satisfaire une relation professionnelle liant un décideur et son exécutant mais elle s'adapte mal aux conditions de collaboration créatives où toutes les compétences doivent être sur un même niveau. Les concepteurs utilisant cet outil soulignent que le système ne permet pas de mettre en relation plus d'un concepteur de chaque côté de l'écran. Pour chaque ordinateur il n'y a qu'une souris et donc un utilisateur unique. N'ayant pas de tablette graphique, il leur est, en plus difficile de dessiner convenablement avec une souris. Généralement, ils utilisent ces outils d'annotation pour montrer des zones ou pour dessiner des flèches indiquant des déplacements. La nécessité de "rendre la main" à son interlocuteur entrave évidemment la fluidité de la réflexion commune.

Les conditions actuelles de transfert rendent encore l'échange décalé : actuellement, le temps de réponse ne fournit pas la fluidité nécessaire. Soulignons également le problème de synchronisation des annotations. En effet, soumis à une gestion d'événement d'interface WIMP<sup>23</sup>, les tracés graphiques d'annotation ne sont pas suivis en temps réel par l'interlocuteur distant. Ce fait crée un décalage entre l'explication orale et l'expression graphique qui la supporte.

Par ailleurs, ces actions d'annotations, effectuées sur un calque virtuel, ne peuvent techniquement pas être reliées aux actions de manipulation des logiciels qu'elles

---

<sup>23</sup> WIMP est un type d'interface graphique dont l'acronyme désigne Windows, Icons, Menus, Pointing device. Ses interfaces donnent la possibilité à l'utilisateur d'interagir avec le système depuis l'écran de l'ordinateur grâce à un dispositif de pointage (la souris), et d'éléments d'interfaces comme des fenêtres, des menus déroulants et des icônes, qui représentent les commandes actionnables.

Cf. : [http://en.wikipedia.org/wiki/WIMP\\_\(computing\)](http://en.wikipedia.org/wiki/WIMP_(computing)).

Tout événement est transmis en fin de séquence, ici typiquement *pen-up*.

recouvrent. Ces traits d'annotation superposés à une vue donnée ne peuvent ainsi subsister quand celle-ci est modifiée. Par exemple, lorsque un des deux concepteurs manipule un plan ouvert *via* l'application Autocad et tente de réaliser une simple translation du plan, les annotations créées précédemment sont perdues aussitôt. Cette approche repose donc sur un principe d'annotation éphémère.

Actuellement le partage d'écran ne peut pas être considéré comme une aide à la collaboration suffisante pour la conception architecturale.

### 2.2.2 Diversité des formes d'activités collaboratives en agence

Pour répondre à la complexité du projet, plusieurs réunions sont organisées en agence. Par exemple, pour l'extension du projet hospitalier implanté à Strasbourg (vu dans l'exemple cité ci-avant), plusieurs concepteurs interviennent dans le projet dès la phase concours. L'équipe de travail est formée d'ingénieurs, d'architectes et de paysagistes situés dans deux antennes de l'agence : l'une se trouvant à Paris et l'autre à Nantes.

Dans ce cadre, ces réunions sont de deux ordres : régulières ou spontanées (*cf.* figure 26).

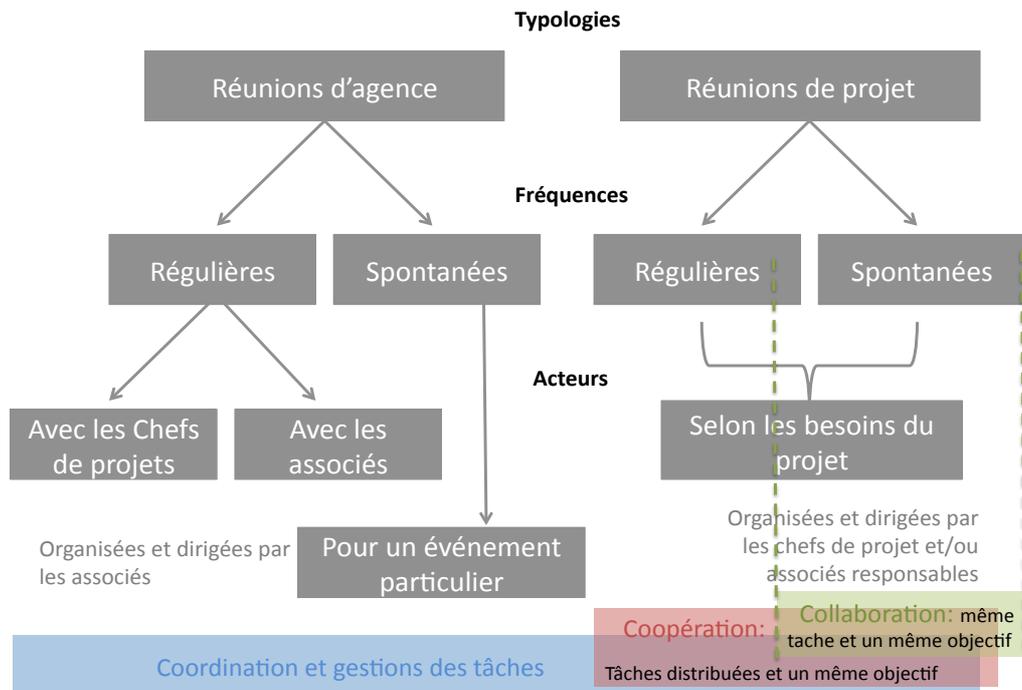


Figure 25 : Types de réunions organisées par l'agence relativement à l'activité collective qui s'y déroule

Les réunions régulières sont indispensables pour l'organisation du groupe et sa coordination. Elles permettent d'arrêter collectivement des choix concernant le projet et de synchroniser les tâches de chacun dans la conception. Entre chacune de ces réunions, il s'écoule environ une semaine de travail individuel. Ces réunions régulières permettent le contrôle, la coordination et le pilotage de l'activité de conception collective. Elles tendent à réduire les incompréhensions et à nourrir la conscience mutuelle du groupe, nécessaire à toute situation collaborative.

Mais pour répondre rapidement à certaines contraintes du projet, les concepteurs ont aussi

recours à des réunions spontanées. Ces réunions se passent en présence avec des échanges de personne à personne sur des aspects non évoqués en réunion formelle. Des réunions à distance ont également été menées via des systèmes de partage d'écran pour assurer les échanges graphiques en temps réel. Ces réunions spontanées répondent à un besoin immédiat de traitement de questions communes.

Dans le cas où elles sont régulières ou spontanées, ces réunions marquent des moments précis dans le déroulement du projet où les concepteurs collaborent, réfléchissent et décident par négociation et consensus des choix qui concernent l'aménagement du projet.

En général, à la fin de chaque réunion, un compte-rendu est construit. Mais ce compte-rendu n'est pas de même nature lorsqu'il s'agit de réunions régulières ou de réunions spontanées. Il prend la forme de documents officiels annotés et remplis dans des cases prédéfinies pour la première et, de notes pour la deuxième. Ces comptes-rendus servent de référence de travail pour répondre aux objectifs et tâches définis pour l'ensemble des acteurs, lors de ces réunions.

Prenons l'exemple de la réorientation des chambres d'hospitalisation dans le terrain (cf. figure 27).

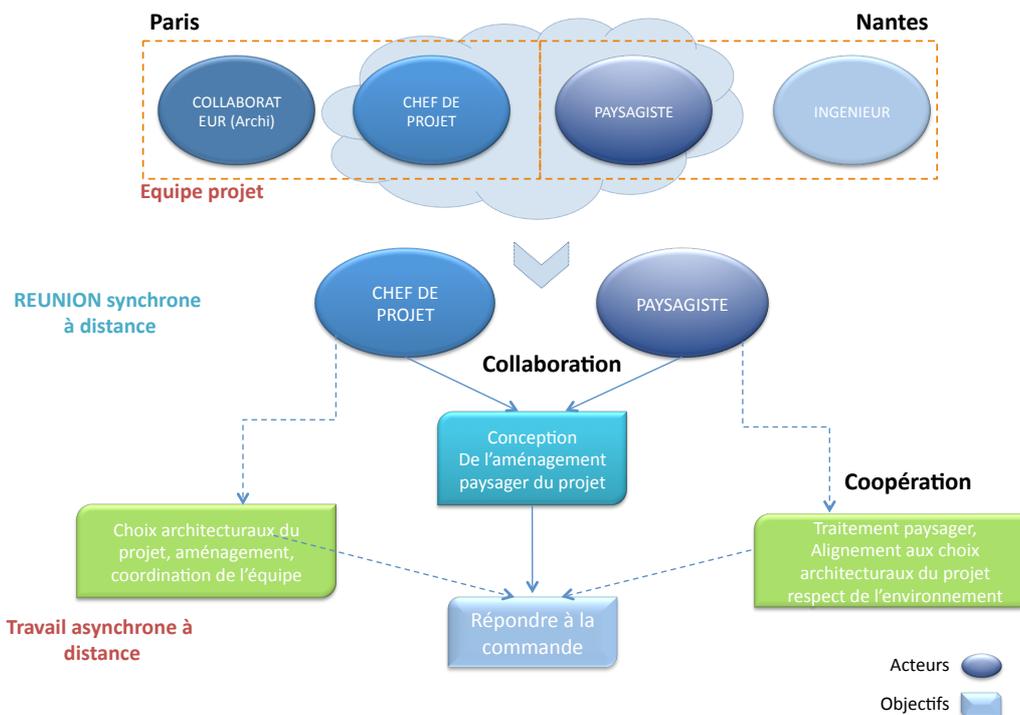


Figure 26 : Le processus de conception du projet entre des situations de coopération et d'autres de collaboration

Ici, l'architecte responsable (en voyant la proposition du paysagiste) décide qu'un nouveau traitement paysager est à prévoir dans le projet de manière à donner des vues plus attrayantes des chambres vers l'extérieur. Il fait donc appel au paysagiste qui se trouve à Nantes et lui propose de faire une réunion à distance *via* le système de partage d'écran. Les deux concepteurs collaborent pour répondre aux besoins du projet. A la fin de leur réunion spontanée, chacun reprend sa tâche relativement aux nouveaux choix adoptés (cf. figure 27).

Cet exemple illustre aussi, selon nous, la complémentarité des moments où les concepteurs

coopèrent et des moments où ils collaborent, ainsi que les passages de l'un à l'autre. Lorsqu'ils coopèrent, les concepteurs n'ont pas besoin de se voir, chacun répond à sa tâche puis attend la validation (ou pas) du coordinateur. Lorsqu'ils collaborent, les concepteurs synchronisent leurs tâches (*synchronisation cognitive*) et participent à la construction d'une *conscience mutuelle* de leurs activités, tâches et contexte pour répondre conjointement aux besoins du projet.

Pour ce faire, les différents concepteurs doivent être conscients de la situation dans laquelle se déroule la conception du projet (Carroll *et al.*, 2003, *cf.* p.16). C'est pourquoi ces concepteurs mettent en place des plans d'action définis lors des comptes-rendus à la fin de chaque réunion. A l'issue d'un consensus (Beers *et al.*, 2006, *cf.* p. 18), les acteurs se mettent d'accord sur les conventions relatives à une charte graphique commune. Ils partagent aussi des représentations graphiques et orales issues de leurs réunions de collaboration.

Si l'on suit la classification définie par Jeantet (Jeantet, 1998, *cf.* p. 39), ces représentations échangées peuvent avoir trois rôles : celui de médiation, de traduction ou de représentation (*cf.* 1.1.3.2). Par exemple, lorsque les deux ingénieurs travaillent sur le plan transmis par les architectes pour repenser la façade du projet, ils intègrent leurs modifications et proposent des solutions techniques sans toucher aux tracés régulateurs préalablement définis. Ce plan devient donc un objet médiateur « fermé » qui ne permet pas d'être contesté ou modifié. Quand ce même plan est retravaillé par les architectes qui réaménagent les locaux pour réorienter les chambres de l'hôpital, il devient alors un objet « ouvert » discuté et remis en cause par les deux architectes lors de moments de collaboration.

L'objet de conception se voit ainsi transformer et évoluer à travers des représentations qui évoluent entre des moments de collaboration et des moments de coopération. Le passage d'un moment à un autre exige que ces représentations soient, un minimum, standardisées, modulables et polyvalentes pour être comprises par les autres collaborateurs (Chanal, 2000).

Ce passage implique par ailleurs des dynamiques d'apprentissages qui tendent à se croiser au fur et à mesure des échanges (Hatchuel, 1994, *cf.* p. 15), des tâches partagées et découpées entre les différents acteurs mais aussi des outils de communication communs.

A partir de l'observation de ce même projet, deux types de découpage ont pu aussi être identifiés lors de cette activité collaborative (*cf.* figure 28) :

- Un découpage relatif au projet : par exemple un directeur de projet et son collaborateur travaillant dans le même espace (en présence) définissent, à la suite d'une réunion spontanée, les tâches de chacun. L'un s'occupe de modéliser la coupe et la façade du projet et l'autre s'intéresse au réaménagement des chambres qui ont été déplacées au cours du processus de conception.
- Un découpage relatif aux spécialités et expertises des acteurs : par exemple, l'ingénieur structure et l'ingénieur *façadiste* collaborent pour revoir l'aménagement de la façade et les matériaux qui la composent tout en respectant les choix des concepteurs architectes.

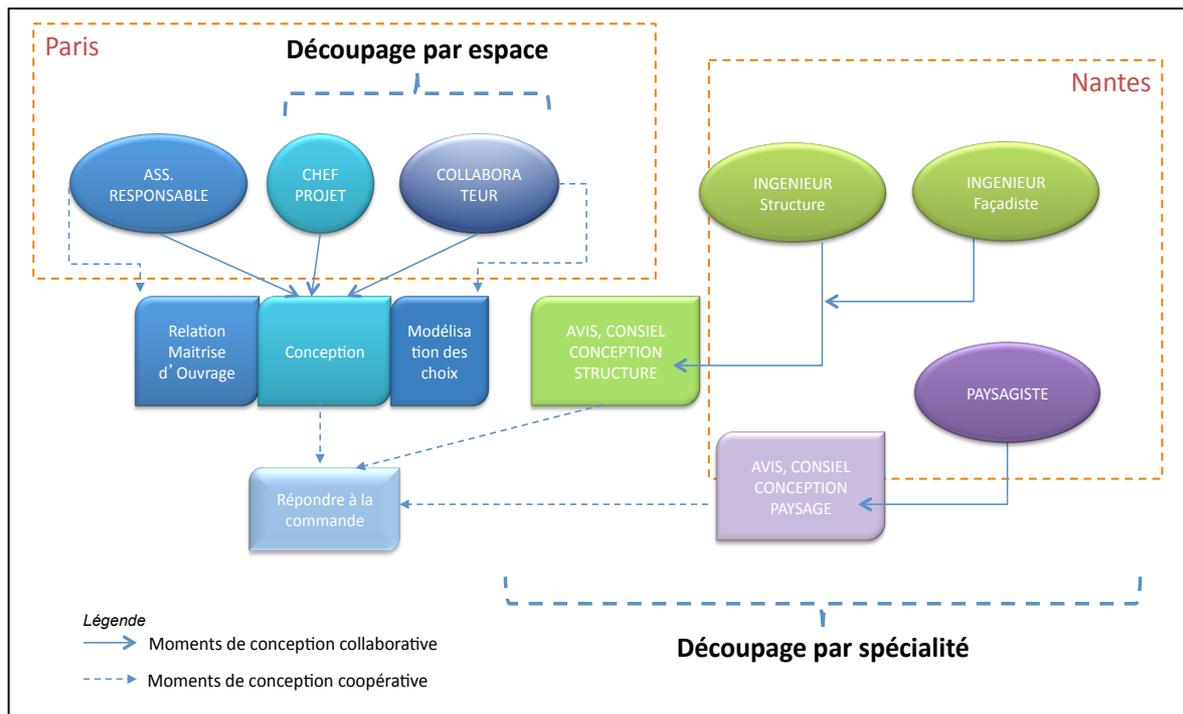


Figure 27 : Découpage des tâches des acteurs relativement au projet et à l'expertise des acteurs

Dans ce cas du projet hospitalier, les concepteurs se trouvant dans des lieux géographiquement séparés ont été obligés de découper les tâches de chacun. Ces tâches ont été assemblées par la suite à partir d'échanges d'e-mails ou discutées dans des réunions à distance et en temps réel, où les concepteurs ont évalué, négocié et/ou remis en cause un certain nombre de choix.

Le projet architectural passe ainsi constamment par différents moments d'activités collectives qui peuvent prendre autant la forme de réunions formelles qu'informelles passant par un découpage de tâche. Celui-ci peut autant concerner les espaces qui définissent le projet (aménagement du plan, traitement de la façade, résolution de problèmes structurels à partir de la coupe *etc.*) que les expertises de chacun des concepteurs (le traitement du paysage au paysagiste, la façade au façadiste et le dessin des détails techniques et structurels aux ingénieurs).

Dans le cadre de cette activité collaborative, ce découpage implique néanmoins un partage de connaissances relatives au contexte de conception du projet et aux tâches des acteurs par une synchronisation aussi bien cognitive que temporo-opératoire (Darses *et al.*, 2004 a). Ces synchronisations participent à l'ajustement des idées et à la construction d'une compréhension réciproque nécessaire pour toute collaboration (Giboin, 2004).

D'après l'étude de nos cas d'observation, tous ces paramètres (synchronisation cognitive, synchronisation temporo-opératoire, ajustement des idées et des connaissances, co-construction d'une conscience mutuelle et dynamique d'apprentissage) participent à la construction d'un référentiel commun. Ce dernier regroupe, selon nous, différents niveaux de compréhensions partagées :

- Relatives au projet même à concevoir : il concerne des réflexions partagées autour du

programme, ses contraintes et le contexte géographique, technique, social et politique dans lequel il s'insère.

- Relatives aux collaborateurs : il concerne la connaissance qu'a chaque concepteur de son partenaire (son domaine, son expérience, ses préférences, ses tâches au sein du projet, *etc.*)

- Relatives au contexte même de l'activité : il concerne la connaissance qu'a chaque concepteur des procédures de travail de l'agence, des outils à utiliser et des règles ou consensus mis en place pour pouvoir travailler en groupe, *etc.*

### 2.2.3 Les espaces des activités collaboratives : entre un I-space, un We-space et un Between-space

La notion d'espace a un impact déterminant dans le processus de conception collaborative. Dans le cas d'une activité coopérative, il est plus facile de travailler à distance que dans le cas d'une activité collaborative où le partage d'espace et du contexte de travail en temps réel s'avère plus nécessaire.

Cet espace de travail partagé peut ne pas être physique dans des salles ou des bureaux, il peut aussi concerner des espaces virtuels créés pour assister les interactions des acteurs.

Même si le cadre de notre travail se focalise spécifiquement sur les situations de collaboration distante, une distinction reste néanmoins à préciser. En effet, une discussion à plusieurs, même synchrone, implique la participation de divers acteurs dans différents espaces. Ces échanges peuvent se faire d'un acteur à un autre ou d'un acteur à plusieurs autres. Ils se réalisent autant dans un espace physique que dans un espace virtuel. Ainsi, une situation de conception en collaboration synchrone se réalise dans un espace hybride réunissant au même moment des environnements virtuels et physiques.

Par exemple, dans le cadre d'une des réunions spontanées et informelles se déroulant à distance et *via* un système de partage d'écran, le chef de projet se trouvant à Paris partage un fond de plan ouvert à partir d'un logiciel Autocad avec deux autres collaborateurs (un ingénieur et un paysagiste) se trouvant à Nantes. Ils discutent de l'aménagement paysager du projet. Dans ce cadre, ils partagent un environnement virtuel graphique mis en commun à partir du système de partage d'écran, avec un visuel des acteurs apparaissant comme icône sur l'écran de chacun (*cf.* figure 29). Ces acteurs sont réunis par des systèmes de communications visuelle et verbale médiatisés, créant des fois quelques décalages entre eux, parce que le système n'offre pas un cadre parfaitement synchrone (*cf.* 2.2.1.2).

Tel qu'illustré dans la figure 29, les deux ingénieurs situés dans le même espace physique essaient de trouver de leur côté une solution au problème posé auparavant par l'architecte. Entre temps, le chef de projet, « maître de la réunion »<sup>24</sup>, manipule un plan de masse ouvert sous autocad qu'il ne partage pas encore avec ses autres collaborateurs.

Lorsque l'architecte décide de mettre en partage son document pour exposer sa nouvelle idée,

---

<sup>24</sup> La notion de « maître de réunion » est imposée par la logique même du fonctionnement de l'outil. Uniquement un des deux écrans est partagé et celui qui le partage est dit « maître de réunion ».

les deux ingénieurs s'arrêtent de parler pour l'écouter. Chacun prend des notes sur des documents personnels.

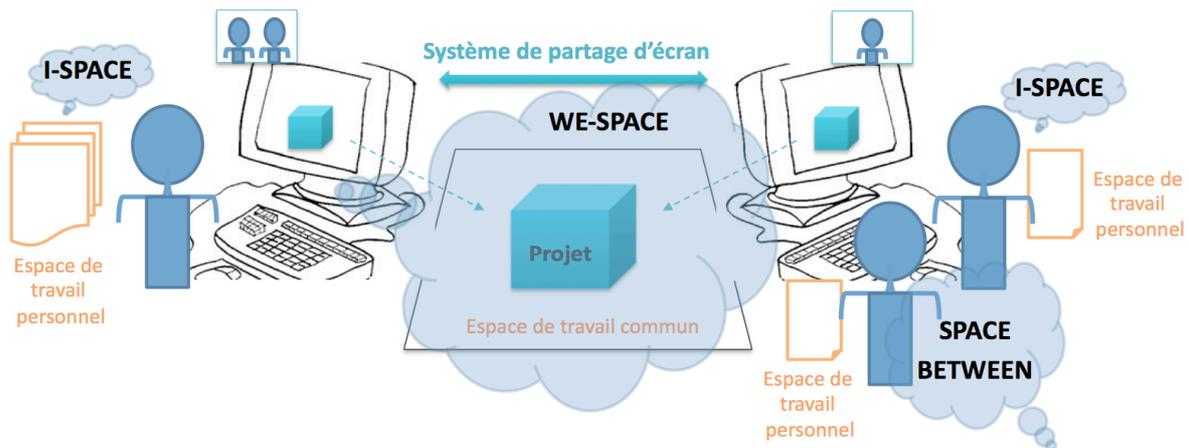


Figure 28 : les différents sous-espaces qui composent l'espace collaboratif

A un certain moment, le dessinateur assis dans le même bureau que le chef de projet intervient pour rappeler qu'un nouvel élément a été modifié dans le plan. Une discussion privée entre les deux collègues commence. Les ingénieurs ne saisissant pas bien le sujet de leur discussion, se sont isolés de leur côté pour penser aux solutions techniques et paysagères à envisager dans la conception du projet. Deux discussions à voix basses de part et d'autre de l'écran s'engagent alors dans des situations de communication informelle. Ces situations ne se sont pas prolongées car le système de vidéoconférence, couplé au partage d'écran, fait passer les sons, ce qui a fini par déranger l'ensemble des concepteurs. Ces coupures demeurent néanmoins nécessaires pour la négociation de certains choix entre les concepteurs.

Par cet exemple, nous proposons de distinguer différents types d'espace qui composent un *environnement commun de travail* et cela selon le rôle qui leur sont affectés par les acteurs (Leclercq, 2008). Ces espaces sont éphémères et se créent selon les besoins des concepteurs et leurs stratégies de négociation au cours de la conception du projet. Comme pour le cas du système de partage d'écran, le « maître de réunion » peut décider de partager certains documents et d'en garder d'autres personnels (Chatty *et al.*, 1996, *cf.* p. 22 ; Scott *et al.*, 2003, *cf.* p. 23). Dans ce type de dispositif, différentes zones sont à distinguer relativement à l'utilisation qu'en font les utilisateurs (*cf.* figure 29) :

- Le *I-Space* : Espace de travail personnel du concepteur qu'il annote, isolément.
- Le *We-Space* : Espace de travail partagé entre l'ensemble des concepteurs qu'ils annotent et modifient ensemble et collaborativement.
- Le *Space-Between* : Espace de travail isolé du *We-Space* faisant collaborer deux ou plusieurs concepteurs indépendamment du groupe.

Le rôle affecté par le concepteur à tel ou tel espace peut changer selon ses objectifs, ses besoins et ses choix relatifs aux processus de négociation et d'argumentation entre les acteurs.

Par exemple, le « maître de réunion », au cours de la collaboration, peut manipuler un

ensemble de documents personnels pour proposer une nouvelle solution qu'il garde pour lui sur son ordinateur. Il peut aussi prendre des notes sous forme de phrases sur un autre document à partir duquel il résume la discussion. Il peut décider de garder ces notes et propositions pour lui. Dans ce cas, nous considérons ce document comme un espace privé (I-Space).

Mais pour des raisons stratégiques, le concepteur peut aussi vouloir partager sa solution pour en discuter et faire évoluer le projet. Cet espace privé I-Space devient un espace commun We-Space. L'agencement de ces différents espaces se construit au fur et à mesure des transformations réalisées entre les espaces personnels des acteurs (I-Space), les espaces communs qui les réunissent (We-Space) et la jonction des deux. La relation entre l'individu et la situation dans laquelle il évolue est ici mise en avant *-cognition située* de Suchman- (Suchman, 1996, *cf.* p. 22) par ce rapport qu'entretient l'acteur avec son espace, ses outils et les autres acteurs qui l'entourent dans un environnement collaboratif distant.

Si le concepteur décide de ne discuter, pour des raisons stratégiques, d'une solution qu'avec le collaborateur se trouvant dans le même bureau que lui, le document mis en commun est un espace représentant dans ce cas le Space-Between.

Ce que nous retenons ici est qu'il est important que l'outil offre assez de flexibilité pour que les concepteurs puissent manipuler leur espace physique de travail. En effet, ils ont besoin de structurer leur interface d'affichage des informations, de naviguer facilement d'un document à un autre et de créer des méthodes de travail adaptées à leur situation. Tous ces paramètres ne sont que partiellement gérés par le système de partage d'écran actuellement utilisé dans l'agence car il impose de définir le « maître de réunion » qui est le seul à pouvoir faire toutes ces manipulations sur son écran. L'autre collaborateur n'étant qu'observateur, il a la possibilité d'annoter les documents et de pointer certaines zones de travail seulement si le « maître de réunion » le permet. Cet outil ne participe donc pas à la cohésion du groupe puisque l'individualité du concepteur/maître de réunion est valorisée aux dépens d'un partage d'égal à égal entre les collaborateurs.

#### 2.2.4 Importance de la négociation, de l'évaluation et de la remise en cause par consensus dans le processus collaboratif

Lors de réunions autour de conception du projet architectural, plusieurs sujets sont évoqués (Goldschmidt, 1996, *cf.* p. 38). Nous classons ces sujets en trois catégories (Carroll *et al.*, 2003, *cf.* p. 16) :

- les sujets dédiés au processus collaboratif de conception de l'objet architectural, c'est-à-dire qui concernent son orientation, ses dimensions, son site, sa fonctionnalité, *etc.*, -liés à *l'activity awareness*.
- les sujets dédiés à la situation de collaboration, qui participent à la définition du contexte dans lequel se déroule la conception, c'est-à-dire les procédures de travail, les méthodes de partage, les outils de communication, *etc.*, -liés au *social awareness*.

- les sujets dédiés aux acteurs, qui concernent leurs connaissances, expériences ou expertises, leurs compétences, leurs logiques d'action, leurs rôles, leurs tâches, leur organisation ainsi que leur coordination, *etc.*, -liés à *l'action awareness*.

Dans le cadre de ces réunions, l'objet conçu collaborativement évolue, selon nous, relativement à trois facteurs qui nous semblent primordiaux. Ces facteurs participent à la définition de l'activité collaborative de conception telle qu'observée en agence : La *négociation*, l'*évaluation* et la *remise en cause par consensus*. Ces facteurs, nous les avons identifiés comme des entités constitutives du processus collaboratif de conception. Ils interviennent autant au niveau du processus collaboratif, qu'au niveau de la situation de collaboration et au niveau des acteurs.

En effet, lorsque les différents acteurs se réunissent (à distance ou en présence), chacun arrive avec ses solutions, ses points de vue et ses références qu'il expose à ses collaborateurs. Ces points sont évoqués au cours de la réunion selon des thèmes qui sont d'ores et déjà définis soit à partir de l'envoi d'un ordre du jour, soit simplement par une demande (formelle ou pas) généralement provoquée par le directeur de projet évoquant un problème particulier.

Des négociations ont lieu entre les différents concepteurs pour constituer des points de vue et défendre leurs choix selon les besoins du projet ou les objectifs qui leurs sont propres. Cette confrontation de points de vue participe à la construction de nouvelles connaissances partagées qui donnera comme résultat un compromis entre les acteurs, leur objectif commun étant d'arriver à la solution la plus satisfaisante pour le projet. Les différentes propositions générées sont souvent suivies d'opinions exposées et argumentées par les uns et les autres pour les justifier ou à en émettre d'autres.

La négociation est un facteur prépondérant dans la génération de propositions et de choix satisfaisants pour l'ensemble du groupe, sachant que la notion de consensus est l'essence même de ce travail collaboratif. Cette négociation se crée à partir de l'évaluation des propositions exposées et des critiques (Darses *et al.*, 1996, *cf.* p. 15) permettant aux concepteurs d'émettre un avis sur ce qui est exposé en lui conférant une valeur allant du très satisfaisant au pas du tout satisfaisant. Ces valeurs sont généralement allouées de manière spontanée et très souvent argumentée dans le cadre de situation collaborative non régie par une relation hiérarchique entre les acteurs. Ces critiques participent à l'enrichissement et à la diversification des choix et des points de vue.

L'hétérogénéité entre les acteurs, leurs spécialités et leurs références, intensifie ce paramètre de *négociation* par un processus d'argumentations, de critiques et de justifications.

Le choix des concepteurs est aussi alimenté par un deuxième facteur qui est l'*évaluation*. Tout comme la *négociation*, ce facteur est récurrent dans le processus collaboratif de conception, car il participe à une réflexion par laquelle l'acteur donne son point de vue personnel sur la proposition de l'autre relativement à plusieurs référents de diverses natures avec des niveaux d'abstraction plus ou moins importants (Bonnardel, 1999, *cf.* p. 18).

Ces référents peuvent être imposés par des normes et/ou des règles mises en place au cours ou en amont du processus. Ils peuvent aussi être propres aux concepteurs et relatifs à leurs tâches, leurs pertinences, références, préférences et/ou connaissances personnelles. Ils ne sont

pas toujours préconstruits relativement à la situation dans laquelle se déroule la conception et ils ne sont pas figés. Ils évoluent au fur et à mesure du processus collaboratif et participent à la construction de référentiel commun à l'ensemble des acteurs.

L'évaluation passe aussi par une hiérarchisation des données à traiter par les acteurs au cours du projet. La définition du niveau de priorité de tel ou tel point de vue permet en effet de prendre en compte tel ou tel critère dans la conception et de décider du rejet, de la mise en suspend ou de l'incompatibilité des autres.

Par ailleurs, ces évaluations dépendent aussi du niveau de compétences, des expériences et des expertises des différents collaborateurs participant à la conception du projet architectural. Prenant différentes formes - analytiques, comparatives ou analogiques (Martin *et al.*, 2001, *cf.* p. 17) – ces évaluations interviennent à des moments clés de la conception permettant ainsi de faire évoluer le processus itératif de collaboration et d'introduire lors de la réunion le thème suivant à traiter.

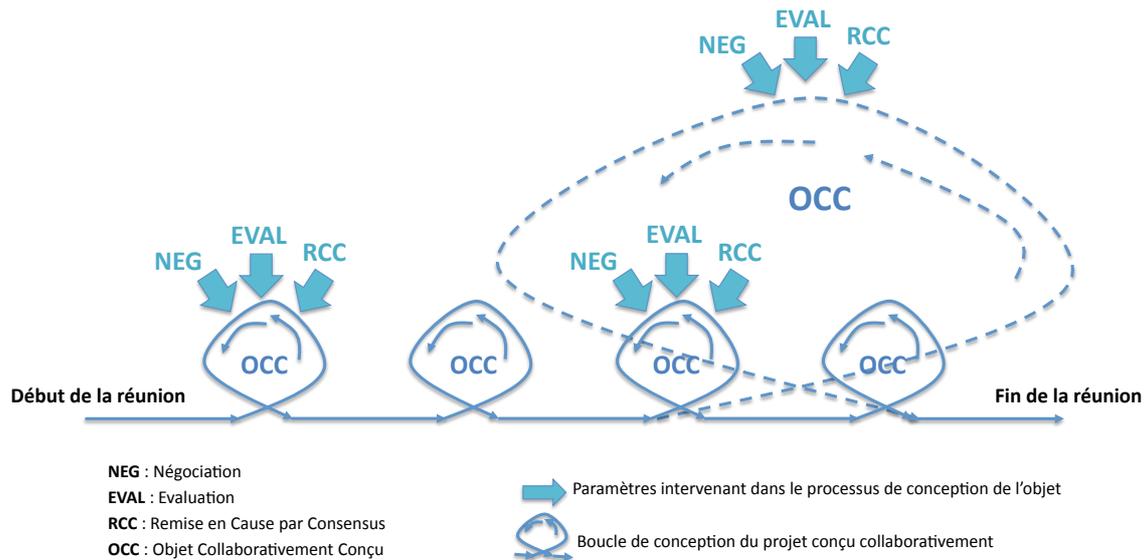
C'est dans ce processus argumentatif passant par la *négociation*, que des choix relatifs au projet sont générés, actés, modifiés et/ou *remis en cause par consensus*. Les idées exposées et interprétées par les uns et les autres sont expliquées et argumentées aux collaborateurs pour permettre leur *évaluation*.

Les *évaluations* de certains choix génèrent à leur tour de nouvelles questions permettant leurs mises en cause. Celles-ci n'ont d'effet que lorsqu'elles répondent à un *consensus* entre les collaborateurs. Ainsi, les acteurs interagissent sur le projet pour atteindre les objectifs communs qu'ils se sont fixés.

Pour résumer, ces trois facteurs (la *négociation*, l'*évaluation* et la *remise en cause par consensus*) prennent en compte les buts et objectifs de la conception, le contexte dans lequel elle se déroule, ainsi que la catégorie d'organisation du processus et la diversité des acteurs qui entourent le projet.

Nous faisons l'hypothèse que ces trois facteurs traitent la plupart des aspects du processus collaboratif. Ils ne sont ni statiques, ni figés (*cf.* figure 29). Ils évoluent au fur et à mesure que le processus donne naissance à un nouveau modèle et participe au passage d'un thème à un autre, lors de la réunion. Ainsi, les représentations du projet varient en fonction de l'avancement du processus.

Illustrées dans la figure 29, la *remise en cause par consensus* d'un sujet, la confrontation des points de vue sur un thème traité et leur *évaluation*, peuvent remettre en cause un autre thème induisant un retour en arrière dans le processus de conception du projet architectural



**Figure 29 : Modélisation d'un processus collaboratif de conception lors d'une réunion**

C'est ainsi que le processus collectif de conception est souvent dicté par une recherche permanente de *compromis* entre les acteurs qui tendent vers un point de vue commun et des choix satisfaisants, sujets à des *négociations* et des *évaluations* au sein du groupe.

### 2.2.5 Synthèse

Dans le cadre de nos observations en agence, nous avons étudié deux situations de collaboration synchrone et à distance pour la conception de projets architecturaux, ces situations faisant appel à des outils d'échange différents : un système de visioconférence et un autre de partage d'écran.

A partir de ces observations, nous avons exemplifié un certain nombre de concepts mis en avant dans la littérature, ainsi qu'en définir de nouveaux.

Nous avons en effet constaté le besoin des concepteurs de construire des stratégies de travail à plusieurs, surtout dans des situations de collaboration à distance. Souvent, les concepteurs se retrouvent dans des situations où ils sont obligés de détourner des outils et des systèmes mis à leur disposition pour échanger autour de la conception du projet architectural. Ces stratégies participent à l'organisation du groupe mais aussi à l'interprétation des connaissances et à leur utilisation pour que l'ensemble des collaborateurs puisse interagir de manière efficace et productive. Elles peuvent se construire à partir d'un vécu de l'agence ou se faire de manière intuitive et spontanée, ou même être le résultat de la combinaison des deux.

Ces stratégies se basent en effet sur des logiques de ressemblances, donnant la possibilité aux acteurs de transférer une propriété, une méthode ou un outil d'une situation à une autre, qui soit adaptée à leurs besoins et à ceux du projet. Ces analogies nourrissent elles-mêmes d'autres idées et de nouvelles stratégies de collaboration à distance pour la conception de projets architecturaux. Elles diffèrent néanmoins en fonction des acteurs, de leurs préférences et de leur expertise (Visser, 2002, *cf.* p. 47).

Par ailleurs, contrairement aux études théoriques qui confirment que l'activité de conception architecturale se réalise collectivement soit en collaboration, en parlant de co-conception, soit sous la forme de conception distribuée, les études empiriques menées sur terrain ont montré qu'il s'agit en vérité d'un processus combinant les deux (Stempfle *et al.*, 2002, *cf.* p. 29). Il y a des moments du processus où les activités cognitives sont menées en parallèle (des moments de coopération) et d'autres où elles sont menées conjointement (des moments de collaboration). Le passage de l'un à l'autre est marqué soit par une convocation officielle envoyée par le directeur de projet, soit spontanément entre les différents membres de l'équipe lorsqu'un problème apparaît et qu'il est urgent de le traiter ensemble.

Nos études s'intéressent exclusivement à la seconde situation où les concepteurs se réunissent (spontanément ou officiellement) et travaillent conjointement autour de la conception d'un projet architectural en phase d'esquisse.

Dans cette situation bien particulière de conception nous avons pu constater l'importance du choix des acteurs à convoquer et des outils à utiliser. La justesse de ces choix assure le bon déroulement des réunions à distance et facilite le partage des points de vue et la compréhension lors des échanges. Ensuite, d'autres problèmes ont été constatés lors du passage des moments de coopération à des moments de collaboration relativement à la concordance des outils utilisés isolément par les concepteurs. En effet, lorsque les concepteurs travaillent chacun de leur côté sur la tâche qui leur a été donnée, ils utilisent leurs propres outils pour répondre à la demande. Or, si des stratégies de travail n'ont pas été définies au préalable entre ces acteurs géographiquement distants, ils se retrouvent souvent avec des fichiers qu'ils n'arrivent pas à ouvrir ou d'autres dont des données se perdent lors du transfert.

La construction de stratégies adaptées participe donc à diminuer les problèmes liés aux hétérogénéités dues à la diversité des approches, des outils et des expertises mises à disposition pour la conception du projet. Celle-ci est d'autant plus justifiée lorsque le nombre de concepteurs est important et/ou lorsque la recomposition des équipes du projet entre une réunion et une autre est perpétuelle. Dans ce cadre, le passage d'un I-Space (spécifique à chaque concepteur) à un We-Space (spécifique au groupe) - et vice-et-versa - est d'autant plus difficile.

Aujourd'hui, les dispositifs les plus utilisés par les concepteurs et par les agences pour échanger des documents et collaborer à distance et dont le coût n'est pas considérable, restent les systèmes de visioconférence et de partage d'écran. Le premier système autorise la réunion d'un nombre important d'acteurs mais ne permet pas de manipuler des documents en temps réel. Le deuxième, au contraire, n'autorise qu'à un seul des concepteurs de conduire la réunion en étant le « maître », même si l'outil permet par ailleurs d'annoter graphiquement des documents et de les manipuler.

A partir de l'analyse de ces activités, nous remarquons aussi que le processus collaboratif passe autant par des échanges asynchrones que par des échanges synchrones. Or n'ayant pas d'outils pouvant assister simultanément les deux situations, les concepteurs se retrouvent à jongler entre différents systèmes pour pouvoir répondre à leur besoin. Ils adoptent aussi des stratégies de travail pour gérer les incompréhensions et assurer la coordination du groupe.

Face à ces problèmes, les agences développent parfois des systèmes sur mesure (chantiers.net pour l'agence AIA par exemple) après avoir constaté l'inadaptation des collecticiels mis sur le marché, quant à leur coût, leur mode d'apprentissage et leur utilisation relativement à leurs contraintes et besoins particuliers. Mais ces systèmes restent néanmoins le résultat d'un bricolage dont les limitations techniques et les imperfections engendrent des complications par manque de liens et de cohérence entre les collecticiels et le mode de fonctionnement des agences.

## 2.3 Conclusion : Observations de cas de pratiques collaboratives en agences

---

Cet état de l'art sur les pratiques en agences d'architecture nous a permis de qualifier le contexte dans lequel s'insèrent différents collecticiels et le support qu'apporte chacun d'eux aux concepteurs et au travail en équipe.

Ainsi nous avons constaté que la plupart de ces outils ne gèrent pas le passage entre les moments de collaboration et les moments de coopération nécessaire dans les activités actuelles des agences. Ce passage assure en effet une synchronisation aussi bien cognitive que temporo-opératoire. Ces synchronisations participent à l'ajustement des idées et à la construction d'une compréhension réciproque nécessaire à toute collaboration. C'est pourquoi les agences d'architecture mettent généralement en place des plans d'action définis lors des comptes-rendus à la fin de chaque réunion.

À l'issue d'un consensus, les collaborateurs s'accordent sur des conventions relatives à des méthodes, outils et procédures spécifiques à des besoins qui leurs sont propres. Ils partagent aussi des artefacts et des esquisses issues de leurs réunions de collaboration. Ces besoins se définissent en fonction des acteurs, de l'organisation et des outils d'ores et déjà adoptés par l'agence. Pour qu'un collecticiel puisse intégrer l'activité de l'agence, il doit tenir compte de ces paramètres.

Tous ces facteurs sont en effet nécessaires pour la construction d'un référentiel opératif commun regroupant différents niveaux de compréhensions partagées relatifs au projet à concevoir, aux collaborateurs et à la situation même de l'activité.

Dans ce cadre, nous avons distingué différents types d'espace qui composent l'*environnement commun de travail* important pour des situations de conception collaborative : le **I-Space** (représentant l'espace de travail personnel), le **We-Space** (représentant l'espace de travail partagé) et le **Space-Between** (représentant l'espace de travail construit entre concepteurs s'isolant du groupe).

Ce que nous retenons ici, c'est qu'il est important que l'outil d'assistance à la conception collaborative distante puisse offrir assez de flexibilité entre ces trois espaces qui se forment et se transforment au gré d'une réunion selon les besoins des concepteurs. Ces derniers doivent pouvoir manipuler leur espace commun de travail en structurant leur interface d'échange, en navigant facilement et simultanément d'un document à un autre et en se créant des méthodes de travail adaptées à leur situation. Tous ces paramètres ne sont que partiellement gérés par les systèmes de partage synchrone et en temps réel actuellement utilisés dans les agences d'architecture. La plupart de ces outils ne participent donc pas à la cohésion du groupe et au partage synchrone d'égal à égal entre l'ensemble des collaborateurs.

Par ailleurs, si certains outils facilitent la *négociation* et/ou l'*évaluation* orale en temps réel et à distance *via* les téléconférences, la *remise en cause par consensus* se trouve être plus difficilement gérée car elle impose aussi un échange graphique entre les acteurs. C'est par ces *remises en cause* graphiques qu'évolue le modèle partagé au cours du processus. Elles participent au passage d'un thème à un autre lors des réunions en temps réel et à distance.

La *remise en cause par consensus* d'un sujet, la confrontation des points de vue sur un thème traité et leurs *évaluations* peuvent aussi remettre en cause des thèmes déjà traités induisant ainsi un retour en arrière dans le processus de conception du projet architectural. Le processus collectif de conception est souvent dicté par une recherche permanente de *compromis* qui tendent vers un point de vue commun, des représentations multiples et des choix satisfaisants, sujets à des *négociations* et des *évaluations* au sein du groupe.

Pour résumer, les outils actuels qui sont commercialisés et utilisés dans les agences ne gèrent pas encore ses trois paramètres (*négociation, évaluation, remise en cause*), n'incluent pas la multiplication des espaces d'échanges (*I-Space, We-Space et Space-Between*), ne prennent pas en compte la diversité des représentations et leurs passages d'un format à un autre, et ne permettent pas une parfaite synchronie entre les acteurs collaborant à distance.

D'après nos observations, il est clair qu'aujourd'hui il n'existe pas de méthode ou d'outils parfaitement adaptés au contexte dans lequel ils sont mis en place et dont les enjeux humains, organisationnels ou technologiques diffèrent entre les pratiques de chaque agence. Ces agences réclament en effet des instruments d'échanges qui puissent être fluides et flexibles pour répondre aux exigences des différents acteurs travaillant autour du même projet de conception.

Nous pourrions relier ce fait à deux problèmes :

- 1) Les collecticiels développés se basent principalement sur des définitions *a priori* de la collaboration et de ce qu'elle implique comme opérations cognitives. Les développeurs se limitent généralement à la spécification technique de l'outil, laissant de côté l'introduction en agence et la manière dont ces outils vont s'insérer dans leur activité ;
- 2) Rares sont les collecticiels qui s'adaptent parfaitement à des situations de conception architecturale collaborative distante. Les quelques études cognitives qui se sont intéressées à la conception architecturale se sont focalisées sur l'aspect ergonomique et sur l'activité collective entre les acteurs en général sans s'attarder sur la conception même du projet architectural. C'est pourquoi ces recherches qui développent des outils spécifiques à la collaboration synchrone en conception architecturale ne sont pas toujours compatibles avec les contraintes et la réalité des pratiques en agence.

La mise en œuvre d'outils adaptés aux activités professionnelles requiert la production de nouvelles connaissances plus spécifiques concernant les situations de conception architecturale collaborative distante et les opérations cognitives qu'elles impliquent.



# Etat de l'art

## Conclusion de la partie I

La plupart des recherches effectuées sur la notion de collaboration distante et de ses assistances informatiques s'intéressent principalement aux instrumentations et aux aspects techniques de mise en œuvre de l'activité collective. Ces recherches se basent principalement soit sur des définitions a priori de ce qu'est la collaboration et ce qu'elle implique comme opérations cognitives, soit sur des études cognitives qui s'intéressent à l'activité collaborative en général sans aborder spécifiquement la conception même du projet architectural. Ces recherches ont pointé la conception architecturale collaborative mais ne l'ont pas décryptée.

La plupart des outils actuellement développés ou commercialisés pour la collaboration distante traitent essentiellement des questions de gestion et d'organisation de données ou tendent à créer des espaces partageables par lesquels échanger des informations, de manière asynchrone, à propos du projet architectural. Ainsi, diverses approches et différentes modalités ont été inventées pour organiser la communication et le traitement de l'information dans ce contexte particulier, mais nous ne savons toujours pas comment celle-ci se déroule, ni comment elle se produit.

En revanche, dans les pratiques réelles en agences d'architecture, le besoin d'outils parfaitement adaptés à leurs activités de conception et permettant les échanges en temps réel et à distance est de plus en plus grand. Ces outils restent donc dépourvus de réflexion efficace sur la question des mécanismes cognitifs spécifiques à la conception architecturale.

Aujourd'hui, les architectes se retrouvent souvent dans l'obligation de bricoler des systèmes et des outils pour permettre à moindre coût ces échanges à distance.

Nous pointons un décalage clair entre les pratiques professionnelles en agences d'architecture et les outils actuellement mis en place ou commercialisés pour assister la conception collaborative synchrone et à distance.

C'est dans ce contexte particulier que nous proposons de réaliser des études plus poussées pour décrypter les mécanismes spécifiques à la situation de conception collaborative distante et les opérations cognitives répondant à la question de savoir **comment conçoit-on ensemble et à distance ?**



# Modélisation de la collaboration distante dans les pratiques de conception architecturale

## Partie II

### Méthodologies et expérimentations

Introduction

#### **Chap 3 : Méthodologie de recueil et d'analyse des données**

3.1 / Problématique

3.2 / Méthode de recueil des données

3.3 / Méthode d'analyse des données

3.4 / Synthèse

#### **Chap 4 : Expérimentations et cas d'analyse**

4.1 / Expérimentation *in situ*

4.2 / Expérimentation en laboratoire

4.3 / Synthèse

Conclusion



# Méthodologies et expérimentations

## Introduction de la partie II

L'objectif de cette deuxième partie est d'exposer le corpus ainsi que la méthodologie adoptée pour interroger la conception architecturale collaborative à distance (Chapitre 3). Il s'agit, plus précisément, de définir le contexte dans lequel se situe notre problématique (3.1), de décrire les méthodes de recueil des données (3.2), ainsi que les méthodes d'analyse, ces dernières visant à détecter les opérations cognitives partagées et induites de cette situation particulière de conception (3.3).

Le cadre de conception collaborative étudié ici se caractérise par l'implication de différents protagonistes au sein des premières phases du processus de la conception.

Pour interroger la conception architecturale collaborative à distance, des expérimentations ont été effectuées *in situ* (4.1) et en laboratoire (4.2) et, des enquêtes ont été menées sur les pratiques actuelles en agence (Chapitre 4). Les expérimentations ont permis de récolter des données qui ont été analysées du point de vue de l'architecturologie. Il s'agit de s'interroger sur ce que ces situations induisent du point de vue de la pensée des *mesures* du projet (formes et dimensions) en conception architecturale collaborative distante. Nous exposons ici (Chapitre 4) deux exemples d'analyse architecturologique spécifiques à chacune des expérimentations (*in situ* (4.1) et en laboratoire (4.2)) avant de présenter dans la partie III les résultats issus de ces analyses.



# Chapitre 3

## Méthodologies de recueil et d'analyse des données

### Sommaire

---

<b>3.1 Problématique.....</b>	<b>140</b>
3.1.1 Définition de la situation .....	140
3.1.2 Problématique de recherche .....	143
<b>3.2 Méthode de recueil de données .....</b>	<b>146</b>
3.2.1 Elaboration du plan d'étude .....	146
3.2.2 Cas de l'expérimentation <i>in situ</i> .....	150
3.2.3 Cas des expérimentations en laboratoire .....	152
<b>3.3 Méthode d'analyse des données .....</b>	<b>158</b>
3.3.1 Etat de l'art des méthodes d'analyse de la conception collaborative .....	158
3.3.2 L'architecturologie appliquée comme possible méthode d'analyse des situations de conception architecturale collaborative .....	165
3.3.3 Définition des étapes de traitement et d'analyse des données.....	178
<b>3.4 Synthèse : Méthodologies de recueil et d'analyse.....</b>	<b>190</b>

---

S'intéressant aux opérations cognitives de la conception architecturale collaborative distante, nous mettons en place, dans ce troisième chapitre, une méthodologie d'approche et d'analyse de données issues de ces situations, basée sur les connaissances constituées par l'*architecturologie* sur la conception architecturale. Ce chapitre est organisé de la manière suivante :

- La section 3.1 précise la situation étudiée qui réunit différents praticiens travaillant ensemble et à distance sur des projets architecturaux, dès les premières phases du processus de la collaboration.
- La section 3.2 expose le corpus que nous avons réuni sur cette situation spécifique de conception. Nous expliquons le contexte dans lequel le plan de nos expériences a été élaboré (3.2.1). Ensuite nous présentons chaque expérience mise en place, l'une en agence d'architecture (3.2.2), l'autre réunissant des praticiens en laboratoire (3.2.3).
- La section 3.3 décrit le raisonnement adopté pour l'analyse de notre corpus. Nous faisons d'abord un état de l'art rapide des méthodes d'analyse des opérations cognitives définies dans le cadre de la conception collaborative (3.3.1). Nous voyons ainsi les apports et les limites de chaque méthode. Ensuite, nous situons ces méthodes d'analyse relativement au champ de l'*architecturologie appliquée* et nous montrons la pertinence de celle-ci pour appréhender les opérations cognitives de la conception architecturale collaborative (3.3.2). Enfin, nous définissons précisément les différentes étapes de traitement appliquées à l'ensemble des données (3.3.3). Cette méthode est une méthode de l'*architecturologie appliquée* qui s'adapte à notre contexte expérimental. Cette définition méthodologique présente notre première contribution dans le cadre de notre recherche.



## 3.1 Problématique

---

### 3.1.1 / Définition de la situation

### 3.1.2 / Problématique de recherche

---

#### 3.1.1 Définition de la situation

La conception architecturale collaborative induit une activité cognitive complexe (Prost, 1992 ; Simon, 1996) qui se développe à chaque fois dans un contexte différent, avec divers acteurs, compétences, organisations et stratégies, *via* des outils et méthodes de travail distincts.

Pour caractériser cette activité cognitive de la conception architecturale collaborative, différents modèles ont été présentés, selon les domaines scientifiques. Certaines de ces recherches considèrent l'activité de conception comme une activité de résolution de problèmes complexes en vue d'obtenir une solution acceptable et à plusieurs (Newell *et al.*, 1972 ; Conan, 1990). D'autres définissent cette activité de conception comme une suite itérative de choix dépendant des pertinences et références propres aux acteurs et d'opérations successives mises en jeu pour donner de la *mesure* au projet (Epron, 1981 ; Mitchell, 1990 ; Boudon, 2001).

Ces modèles soulignent aussi l'importance de la prise en compte de la situation<sup>25</sup> dans le processus cognitif de conception. (Gero, 1990 ; Holyoak *et al.*, 1993 ; Richard, 1995 ; Clancey, 1997 ; Bastien, 1998 ; *etc.*)

En psychologie cognitive, par exemple, la *cognition située* (appelée aussi *action située* en intelligence artificielle) désigne le rôle de la situation dans la manière de penser. Selon ces recherches, l'interprétation de cette situation par les concepteurs interfère dans certains des choix qu'ils ont mis en place pour leur projet (Bonnardel, 2006).

Lewin (1959) en parle aussi en utilisant le terme de «champ». L'auteur entend, par ce concept, la situation dans sa globalité, c'est-à-dire comprenant le sujet et son environnement psychologique, social, biologique, physique, économique et psychique. Selon Lewin (1959, dans Weill-Fassina *et al.*, 2010), tous ces facteurs coexistent par l'action et l'interprétation qu'en fait l'individu. Ils sont interdépendants et influent dans son comportement.

Selon Weill-Fassina et Rabardel (2010), en ergonomie, l'activité de conception (et du travail en général) est située au cœur d'un schéma tripolaire impliquant 1/ les objectifs et les moyens de l'entreprise, 2/ les différents acteurs participant à l'activité collective de travail, 3/ l'acteur

---

<sup>25</sup> Dans le cadre de cette recherche, nous distinguons clairement la situation de conception du contexte de conception. La situation de conception se réfère à l'activité en général dans laquelle se déroule le projet de conception avec ses acteurs, leur nombre, leurs moyens d'échanges, leurs stratégies de travail, *etc.* Le contexte de conception se réfère à l'objet même de la conception, c'est-à-dire le programme du projet architectural à concevoir, son cadre géographique, règlementaire, urbain et socioculturel, son orientation dans le terrain, son voisinage, *etc.*

avec ses propres références, pertinences et objectifs. Ces trois éléments sont, selon ces auteurs, des «facteurs environnementaux» qui influent, directement ou indirectement sur le travail en groupe. Weill-Fassina et Rabardel (2010) montrent que ces facteurs, par leur rôle central dans l'activité des opérateurs, sont à prendre en compte dans les études ergonomiques du travail au travers de l'analyse de leurs interactions.

Gero et Kannengiesser (2004) modélisent, quant à eux, la situation selon trois points de vue : 1/ le monde extérieur, 2/ le monde interprété et 3/ le monde attendu. Ils étudient les interdépendances qui existent entre les concepteurs et l'environnement dans lequel ils exercent.

Si l'on suit ces auteurs, la situation de conception interagit, opère et influe sur l'objet de conception par un ensemble d'opérations cognitives que nous cherchons à identifier dans la suite de ce travail. Identifier les opérations cognitives spécifiques à une situation de conception architecturale collaborative suppose de prendre en considération le cadre dans lequel se déroule cette conception.

Pour exposer l'implication de la situation de travail sur la pensée et l'action cognitive, nous retenons six critères décrivant une situation de conception architecturale (*cf.* tableau 10) :

- 1/ l'espace (dans lequel se déroule les échanges) : par rapport au(x) lieu(x) qui caractérise(nt) l'échange,
- 2/ le temps (des échanges) : synchrone ou asynchrone,
- 3/ la phase (du projet) : caractérisant le moment pendant lequel se déroule la conception (phase esquisse, APS, APD, Chantier, *etc.*),
- 4/ le type d'activité : relatif au nombre de concepteurs dans le projet et à leurs interactions (un seul concepteur, ou plusieurs qui collaborent sur une même tâche et pour un même objectif, ou plusieurs concepteurs qui coopèrent pour un même objectif mais sur des tâches différentes et dispersées),
- 5/ les spécificités des acteurs dans le projet (relativement à leurs connaissances, références, expériences, leurs relations hiérarchiques au sein de l'équipe, leurs rôles dans la conception, *etc.*),
- 6/ les moyens utilisés (pour les échanges) : c'est-à-dire l'ensemble des instruments mis en place pour effectuer la tâche qui leur a été confiée. Ces moyens peuvent prendre la forme de méthodes, de procédures ou/et d'outils (comme média ou assistance pour concevoir le projet architectural).

Même si ces critères que nous mettons en avant semblent couvrir une bonne majorité de paramètres pouvant décrire une situation de la conception architecturale, il n'est jamais facile de tout recenser. En tant qu'architecturologues s'intéressant aux activités cognitives de la conception (permettant à l'architecte de conférer des *mesures* à l'espace architectural), notre position est de nous intéresser exclusivement au processus, et non au résultat final.

Dans notre cas, il s'agit d'étudier des processus de conception qui se déroulent dans le cadre de collaboration (critère 4, *cf.* tableau 10)) se déroulant **à distance** (*cf.* critère 1) de manière

synchrone (*cf.* critère 2) en phase esquisse (*cf.* critère 3). C'est pourquoi notre travail de recherche se focalise particulièrement sur les premiers moments de la conception, au cours desquels les concepteurs ont besoin d'échanger pour définir les principales directions du projet. Nous limitons donc notre recherche aux situations collaboratives où différents acteurs conçoivent, ensemble et en temps réel, un programme architectural. Ces situations ne concernent pas les phases de coordination et de réalisation du projet.

Nous ne cherchons pas non plus à calculer l'efficacité des situations de collaboration entre ces acteurs, comme les recherches de Mugny, Butera, Sanchez-Mazas et Pérez (1995) qui évoquent par exemple la notion de « paresse sociale » relative à l'effort que l'acteur investit dans l'activité de groupe, ou les tensions qui peuvent se créer entre les acteurs, comme dans les recherches de Moscovici et Doise (1992). Nous ne tentons pas non plus de voir si les tâches sont accomplies ou non, comme pour certaines des recherches développées par Rogalski (1994). Nous ne nous focalisons pas non plus sur le statut des acteurs au sein de l'entreprise, leurs charges émotionnelles, et leurs relations hiérarchiques (Rabardel et *al.*, 1996). Nous ne jugeons pas les relations psycho-sociales, comme par exemple la dimension de considération dans la notion de leadership évoquée par Stodgill et Coons (1957) entre les acteurs comme étant un paramètre négligeable (*cf.* critère 5). Mais nous partons de l'hypothèse que, lors de collaborations, chaque acteur a son apport dans le processus et nous supposons que les collègues travaillant ensemble dans le cadre de réunions sont sans relations hiérarchiques.

Le critère distance (*cf.* critère 1) fait que la situation que nous étudions est outillée (*cf.* critère 6) par différents systèmes tels que : la visioconférence, le partage d'écran (étudiés dans le cadre de nos observations en agence) et le **Studio Distant Collaboratif** (étudié dans le cadre de nos expérimentations *en laboratoire* et *in situ*).

Critère	Définition	Cadre de travail
1/ Espace	relatif à la proximité du lieu qui caractérise l'échange	collaboration à distance
2/ Temps	relatif au degré de simultanéité de l'action	travail synchrone
3/ Phase	moment du processus durant lequel se déroule la conception architecturale : programmation, concours, APS, APD, chantier, etc.	esquisse préliminaire
4/ Type d'activité	taille de l'équipe de conception : - seul - à plusieurs, chacun travaillant de son côté pour un même objectif - en groupe, c'est à dire collaborant ensemble autour d'une même tâche et pour un même objectif	collaboration en groupe
5/ Acteurs	relatif à leurs expertises (connaissances, références, expériences, rôles au sein de l'équipe, etc.) et à leurs relations les uns par rapport aux autres (relation hiérarchique, relation d'égal à égal, etc.).	collègues sans relations hiérarchiques

Critère	Définition	Variables
6/ Outil	moyen utilisé pour collaborer et/ou concevoir le projet architectural	1) le partage d'écran (cf. p.109) 2) la visioconférence (cf. p.108) <b>3) le Studio Collaboratif</b> (cf. p.69)

**Tableau 10 : Synthèse du cadre de l'étude :  
définition des critères, identification du cadre de travail et les outils étudiés**

### 3.1.2 Problématique de recherche

La problématique de notre recherche consiste à interroger les mécanismes cognitifs opératoires de situations de conception architecturale collaborative distante et donc outillée. Cette interrogation porte sur :

- 1/ les opérations cognitives mises en jeu lors de ces situations de conception en phase préliminaire,
- 2/ leur identification,
- 3/ l'implication de ces opérations cognitives sur le processus de la collaboration synchrone et distante en conception architecturale.

Différents objectifs de recherche émanent de cette problématique :

1. Un objectif fondamental dans le champ de la cognition, qui vise à mieux comprendre le processus de conception dans des situations réelles de collaboration distante, synchrone et donc outillée.
2. Un objectif méthodologique qui concerne l'architecturologie appliquée tout en s'appuyant sur des concepts et études issus du champ de l'ergonomie cognitive. Cet objectif vise à adopter des approches d'analyse architecturologique et des méthodes d'observation et de traitement ergonomiques à des données issues d'expérimentations et d'observations en temps réel. Ce travail comporte un enjeu essentiel pour les études architecturologiques puisqu'il poursuit les recherches qui ont été développées au laboratoire et sur lesquelles d'autres chercheurs peuvent se reposer pour appréhender des situations nouvelles (Lecourtois, 2011 c ; Delaveau *et al.*, 2009 ; de Boissieu *et al.*, 2011).
3. Un objectif fondamental situé dans le domaine de l'interaction homme-machine et de la TCAO<sup>26</sup>, qui vise à comprendre les impacts de nouveaux outils d'aide à la collaboration distante et synchrone en agence d'architecture dans le travail de conception. Il s'agit de proposer un modèle théorique exposant la complexité opératoire d'une situation de conception architecturale collaborative distante.
4. Un objectif appliqué, visant à proposer des recommandations pour des assistances possibles à la collaboration synchrone et distante en conception architecturale, ainsi qu'une grille permettant à des développeurs informaticiens d'évaluer certaines fonctionnalités d'outils en vue de les améliorer.

Ces objectifs de recherche concourent à la formulation de plusieurs hypothèses :

1. Il est possible d'appréhender le processus de conception dans des situations réelles de collaboration distante et synchrone, par l'identification de différentes séquences de conception qui le composent ainsi que des opérations cognitives qui y sont mises en jeu.
2. Il est possible de proposer un procédé de description de l'activité cognitive en conception architecturale adapté à un contexte expérimental faisant intervenir plusieurs acteurs : ce procédé s'appuie sur le champ de l'*architecturologie appliquée* tout en s'inspirant des méthodes de l'*ergonomie cognitive* par l'étude de traces graphiques et de mots produits lors des expérimentations. Après retranscription, ces représentations graphiques et orales sont analysées pour identifier des domaines de référence ainsi que des opérations cognitives mises en jeu par les différents concepteurs. Cela suppose que la collaboration

---

<sup>26</sup> TCAO : Travail Coopératif Assisté par Ordinateur (*cf.* p 54).

en architecture passe nécessairement par des traces graphiques et des échanges verbaux. Paroles et dessins seraient donc porteurs d'opérations cognitives de conception.

3. La complémentarité des méthodes de recueil des données (rendue possible par l'observation et les expérimentations en laboratoire et *in situ*, via l'usage d'un même outil d'assistance) permettrait la compréhension des impacts de ces nouveaux systèmes sur l'activité actuelle de conception. Ces méthodes de recueil des données (imposées aussi par le système Studio Distant Collaboratif (*cf.* p. 69) utilisé dans nos expérimentations) puis leur traitement permettraient la modélisation théorique de la complexité opératoire d'un processus de conception architecturale collaborative distante.
4. Notre modélisation de l'activité de conception architecturale collaborative synchrone à partir de l'identification des opérations cognitives donnerait la possibilité de proposer des recommandations pour des assistances possibles à cette situation particulière de conception.

En observant *in situ* les architectes et leurs collaborateurs, nous cherchons à retracer un témoignage de leurs pratiques sous l'influence des outils de communication retenus.

En réalisant des expérimentations en laboratoire avec des praticiens, nous contrôlons mieux le contexte dans lequel se déroule le processus de conception collaborative tout en respectant la validité écologique des situations observées. Nous nous sommes focalisés sur des expérimentations réalisées avec un système d'assistance à la conception collaborative distant nommé Studio Distant Collaboratif (*cf.* p. 69).

Notre problématique de recherche est relative à la construction conjointe des activités de conception et de collaboration en phase amont du processus créatif : Quels rôles y assurent les nouveaux outils numériques mis à disposition des concepteurs pour collaborer dans les premières phases de la conception ? Comment ces outils sont-ils exploités ou détournés par les utilisateurs pour répondre à leurs besoins, en situation de collaboration distante et synchrone ? Quelles préconisations proposées pour de possibles assistances à la conception architecturale collaborative distante ? Telles sont les trois principales questions que vise à éclairer notre travail de recherche.

## 3.2 Méthode de recueil de données

---

### 3.2.1 / Elaboration du plan d'étude

### 3.2.2 / Cas de l'expérimentation *in situ*

### 3.2.3 / Cas des expérimentations en laboratoire

- ✓ 3.2.3.1 / Le choix des architectes
  - ✓ 3.2.3.2 / Description du protocole expérimental
  - ✓ 3.2.3.3 / Matériels et dispositifs expérimentaux
  - ✓ 3.2.3.4 / Synthèse des projets réalisés
- 

#### 3.2.1 Elaboration du plan d'étude

Les données que nous avons recueillies au cours de nos observations et expériences ont été produites dans le cadre du projet « Création : acteurs, objets, contextes » financé par l'Agence Nationale de la Recherche (Décision n°ANR-08-CREA-030-02). Ce projet a été mené depuis fin 2008 jusqu'en Décembre 2011 pour la production de nouvelles connaissances sur la collaboration créative en architecture (CoCréa) et sur les pratiques collaboratives des concepteurs lorsqu'ils produisent à plusieurs et en temps réel des esquisses architecturales.

Ce projet réunit trois laboratoires avec trois points de vue scientifiques complémentaires :

- Notre laboratoire ARIAM-LAREA (Laboratoire d'Architecturologie et de Recherches Epistémologiques sur la Modélisation Informatique et l'Architecture : de l'ENSA Paris-la-Villette) qui s'intéresse à l'étude de la conception architecturale (du point de vue de l'architecturologie) et ses assistances informatiques.
- L'équipe CPU (Cognition, Perception et Usage) du laboratoire LIMSI-CNRS (Laboratoire d'Informatique pour la Mécanique et les Sciences de l'Ingénieur – Centre National de la Recherche Scientifique : de l'Université Paris Sud – Orsay) dont le principal intérêt est l'étude des systèmes technologiques avancés et l'analyse des usages (du point de vue de l'ergonomie cognitive).
- Le LUCID-ULg (Lab for User Cognition and Innovative Design : de l'Université de Liège) spécialisé dans le développement de nouvelles méthodes et outils aidant les activités de conception créatrice.

Du point de vue de l'architecturologie, il s'agit de caractériser les opérations cognitives induites de ces situations de conception architecturale collaborative et, de voir quand elles sont partagées ou non. Du point de vue de l'ergonomie cognitive, il s'agit d'identifier les implications de l'usage de l'outil (le SDC) sur la collaboration synchrone lors des phases en amont de la conception architecturale. Du point de vue de l'ingénierie des logiciels, il s'agit de déceler des améliorations et de proposer de nouvelles fonctionnalités utiles au SDC, pour l'assistance à la collaboration distante et au partage synchrone de productions graphiques et verbales, lors des premières esquisses du projet.

Partant de ces trois points de vue, cette recherche vise un objectif commun, celui d'éclairer les modes et les implications de la collaboration sur la conception architecturale et d'analyser un outil spécifique d'assistance à ces situations de collaboration (Studio Distant Collaboratif : SDC, *cf.* 69) et ses impacts sur la conception.

Dans ce cadre de recherche, deux modes de collaboration ont été étudiés :

- la collaboration en coprésence rassemblant autour du SDC différents collaborateurs pour la conception du projet architectural ;
- la collaboration à distance qui se réalise entre différents collaborateurs géographiquement séparés et utilisant le SDC pour pouvoir travailler en temps réel et à distance.

La visée de cette recherche est double (Honigman et *al.*, 2009) :

- Produire des connaissances sur les pratiques de la conception architecturale en situation de collaboration synchrone ;
- Proposer des préconisations pour améliorer et développer certaines fonctionnalités informatiques de l'outil SDC.

L'enjeu principal du consortium CoCréa est l'acquisition de données complémentaires pour l'analyse des implications de l'introduction de l'outil SDC dans l'activité collaborative en conception architecturale. Cette recherche s'insère dans le champ de l'architecturologie et participe en partie dans les résultats de cette présente thèse et.

En ce qui nous concerne, nous avons centré notre étude dans le cadre de la conception collaborative synchrone et à distance, en phase d'esquisse, rassemblant des collègues sans relations hiérarchiques et utilisant un même outil : le SDC (*cf.* 1.2.2.3). Les situations en coprésence n'ont servi que de repère pour notre étude.

Le SDC est, dans ce cadre, un collecticiel qui fait office de support pour notre recherche. Ciblante principalement la conception collaborative distante dans le monde de l'architecture et du bâtiment, il intègre de nombreuses fonctions dont certaines d'entre elles, suffisamment rares (comme la parfaite synchronie entre les acteurs), suffisent à justifier de s'y arrêter. Son originalité tient aussi à son adaptation à la mise en œuvre de conception partagée et à distance. Le SDC est donc un outil privilégié pour réaliser nos deux expérimentations (*cf.* tableau 11):

- La première expérimentation *in situ* de CoCréa, qui a duré 4 mois, a consisté à analyser l'utilisation du SDC dans le cadre de l'activité d'une agence dans laquelle nous avons demandé aux concepteurs d'insérer cet outil dans leur pratique quotidienne (rapport Lecourtois et *al.*, 2009 b). Notre intérêt a été d'analyser de nouvelles pratiques de collaboration distante et ses impacts sur la conception du projet architectural (*cf.* tableau 11).
- La deuxième expérimentation en laboratoire, dans le cadre de la recherche CoCréa, a été mise en place à partir d'un protocole expérimental défini au préalable, nous permettant de décortiquer de façon plus précise les opérations

cognitives de la conception collaborative distante (cf. tableau 11). Ces expérimentations (au nombre de 6) permettent d'affirmer ou non les hypothèses proposées, les constats et les constats faits lors des enquêtes, observations et expérimentations *in situ* (Darses et al., 2011).

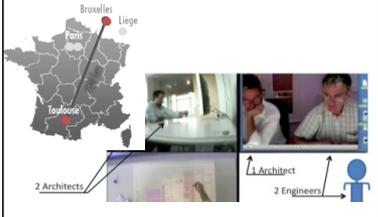
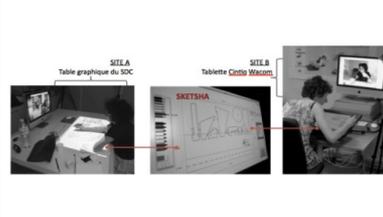
<b>Expérimentation en agence d'architecture</b> <i>Agence d'architecture Franco-Belge (Multi sites)</i>	<b>Expérimentation en laboratoire</b> <i>ARIAM-LAREA, Paris</i>
	
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Durée : 4 mois</li> <li>•Cadre d'observation : Pratiques libres de conception outillée par le SDC</li> <li>•Intérêt: <ul style="list-style-type: none"> <li>-Analyse des pratiques architecturales à distance soutenues par le SDC</li> <li>-Impacts de la collaboration sur la conception du projet architectural</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Nombre : 6 expérimentations</li> <li>•Cadre d'observation : 2 exercices courts de conception devant être réalisés par 2 architectes (habitués à travailler ensemble) dans le cadre de 2 situations de collaboration <i>via</i> le SDC (à distance et en présence)</li> <li>•Intérêt: <ul style="list-style-type: none"> <li>-Caractérisation des opérations et des mécanismes cognitifs de cette situation de conception</li> </ul> </li> </ul>

Tableau 11 : Situations de collaboration distante proposées dans les expérimentations (Ben Rajeb et al., 2011 b)

Chacune de ces expérimentations implique trois étapes (Linder, 2005) :

1/ la préparation de l'expérimentation : elle tient compte de nos objectifs, hypothèses et questionnements ;

2/ la réalisation de l'expérimentation : les expériences doivent obligatoirement être enregistrées pour pouvoir être analysées ;

3/ l'évaluation du déroulement de l'expérimentation : cette évaluation passe autant par une validation dite interne (relative aux outils utilisés pour effectuer l'expérimentation et pour l'enregistrer, relative à nos attentes et à la sélection des participants, etc.) que par une validation écologique des expérimentations (relative au degré de similitude ou de décalage de ces situations artificielles en laboratoire avec celles des pratiques réelles de conception en agence).

Ces trois étapes interagissent entre elles et sont interdépendantes. La préparation, par exemple, est définie relativement à l'état de l'art. Elle définit le contexte de la réalisation, assure son aboutissement et lui confère une pertinence relative aux objectifs du travail de recherche. Le processus de réalisation est lui-même remis en cause après avoir été testé et évalué une première fois. L'évaluation, quant à elle, est associée aux paramètres de préparation qui se réalise dans une certaine incertitude, d'où l'importance de se référer aux états de l'art. Ces états de l'art permettent l'anticipation en précisant les objectifs, en posant

les concepts utiles pour le travail d'analyse, en définissant les stratégies expérimentales, en établissant le type de participants et en coordonnant l'ensemble des intervenants pour un protocole bien défini.

Par ailleurs, la multiplication du nombre d'expériences permet d'avoir un plus large panel de cas et donne la possibilité de confronter nos résultats et de les vérifier.

S'insérant dans le consortium CoCréa, nous nous sommes focalisés sur des questions complémentaires à celles posées par les ergonomes cognitivistes de notre équipe pluridisciplinaire (Lecourtois et *al.*, 2009 b ; Darses et *al.*, 2011). Contrairement à l'équipe du LIMSI-CNRS, nous ne nous sommes occupés ni des gestes et des enregistrements réguliers, ni des images produites par les utilisateurs et rendues accessibles par l'outil. Nos analyses ont uniquement concerné les traces graphiques et les échanges verbaux entre les collaborateurs.

Par ailleurs, la difficulté de synchronisation des données ne nous a pas permis d'exploiter la mémoire du logiciel intégré dans l'outil qui permet d'enregistrer, à intervalle régulier, les traces graphiques produites au cours du processus de conception. Les données de l'étude ont exclusivement été recueillies à partir des films vidéo et notamment des images animées, montrant la plateforme graphique du système SDC, associées au son.

Toutes les vidéos capturées pour une expérimentation ont été traitées pour prendre la forme d'un film à quatre vues contenant des informations multiples captées en permanence: de chaque côté, une vue latérale des utilisateurs et de l'écran face à eux (x 2) et une vue de dessus de la plateforme de travail (x 2).

Ces données ont été ensuite analysées pour décrypter, à travers les tracés et les mots d'échange, les opérations de conception architecturale mises en œuvre lors de ces expérimentations en situation de conception architecturale collaborative.

Toutes les données recueillies (lors des entretiens, observations, expérimentations, *etc.*) ont été primordiales dans la définition de nos résultats. En effet, si l'on suit le schéma d'étude que nous avons défini (*cf.* figure 31), nos états des connaissances ainsi que nos observations de certaines pratiques nous ont permis de préciser nos hypothèses et nos questions. A partir de ces questions, nous avons défini le protocole expérimental de chaque expérimentation (tel qu'imposé aussi par le consortium CoCréa) suivant un processus de préparation, de réalisation et d'évaluation (*cf.* p. 117). A partir de ces données assemblées et traitées, nous avons recensé les différentes opérations de conception mises en jeu lors des différents processus de conception. Ce travail articulant des méthodes complémentaires de recueil de données (enquêtes sur les pratiques, recensement des outils, observations *in situ*, entretiens semi-dirigés et expérimentations réalisées dans le cadre du projet CoCréa) nous a permis de proposer une modélisation théorique de la conception architecturale collaborative distante. Cette complémentarité des méthodes de recueil des données, telle que définie par le consortium CoCréa, assure la validité écologique de nos résultats. Une fois l'activité de la conception architecturale collaborative distante spécifiée, nous appliquons nos résultats à de possibles assistances à ces situations particulières de conception. Ces assistances nourriraient elles-mêmes les pratiques de collaboration en conception architecturale soit en permettant l'évaluation des outils qui sont déjà mis en place dans les agences, soit en proposant un cahier

des charges pour l'assistance à ces situations de collaboration synchrone. Le schéma ci-après (cf. figure 31) résume toutes les étapes méthodologiques de notre étude. Il montre comment l'étude se développe dans le cadre d'un processus itératif qui permet de questionner sans cesse et sous différents aspects l'activité de la conception architecturale collaborative synchrone et distante.

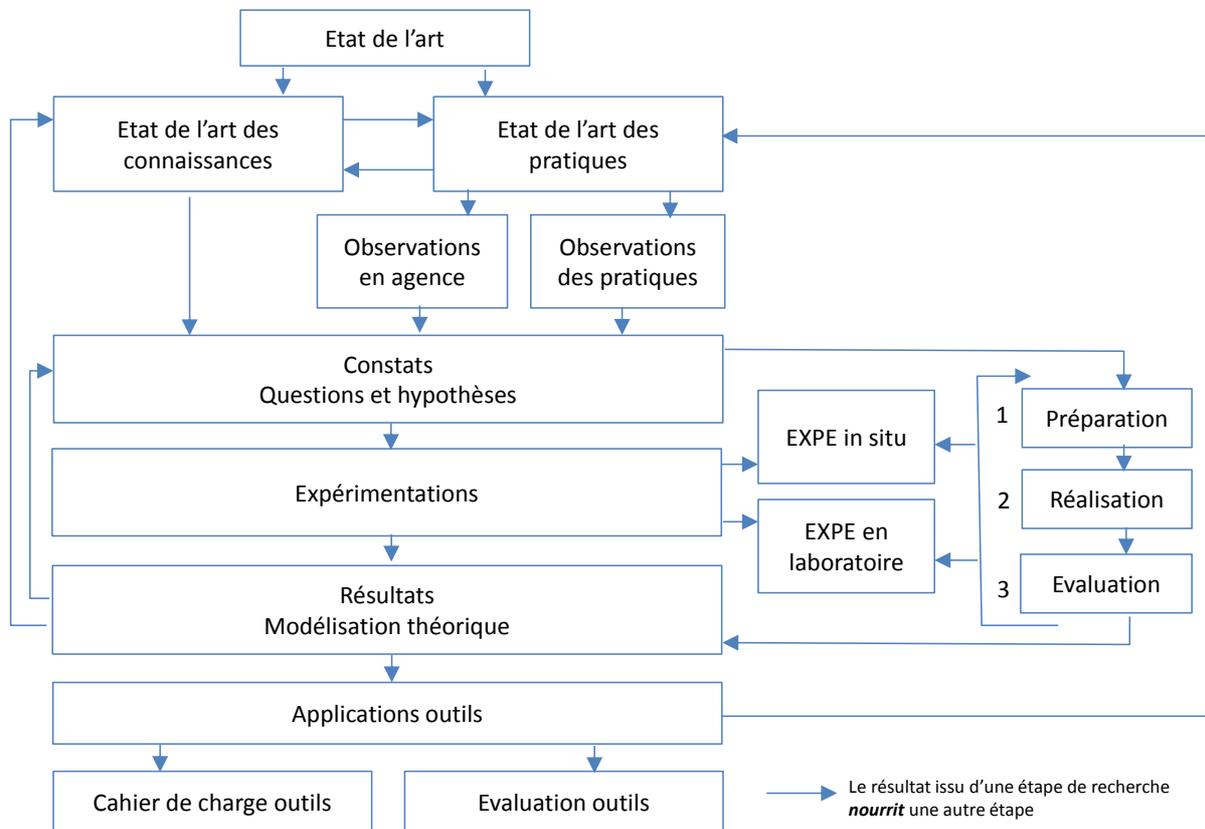


Figure 30 : Démarche itérative du plan d'étude

### 3.2.2 Cas de l'expérimentation *in situ* (1<sup>ère</sup> Expérimentation CoCréa, ANR)

Le dispositif d'observation a été mis en place dans une agence d'architecture en invitant les concepteurs du projet à communiquer et à travailler ensemble par l'intermédiaire du SDC sur des projets en phase esquisse.

Cette expérimentation *in situ* s'est déroulée pendant 4 mois à l'agence d'architecture Art & Build (cf. enquêtes en agence : 2.1.2, p. 105).

Le choix de cette agence se justifie d'abord par sa pratique, qu'elle revendique comme étant pluridisciplinaire. Ensuite, son développement dans différents sites tels que la France, la Belgique et le Luxembourg explique son intérêt principal à implanter pour la première fois le SDC dans ses bureaux. Par ailleurs, cette insertion répond aux besoins des concepteurs de participer aussi bien aux développements économiques qu'idéologiques (réduire le nombre de trajets effectués entre les agences par souci économique et engagement écologique) et techniques (participer au développement de nouveaux outils de travail pour l'architecture) de

l'agence.

Le recueil des données a été assuré grâce à l'insertion d'une stagiaire du LIMSI pendant ces 4 mois, au sein de l'équipe Art & Build (Honigman *et al.*, 2010).

Les données sont issues :

- d'observations et d'entretiens effectués avant et après l'insertion du SDC dans les deux agences concernées (Bruxelles et Toulouse),
- d'enregistrements de séances de travail outillées par le SDC, en présence et à distance, sur la conception de deux projets réels en début de phase (*cf.* tableau 12).

Le SDC a aussi servi aux concepteurs d'Art & Build pour des réunions en présence. Pendant ces réunions, plusieurs architectes se sont rassemblés autour de la table graphique du SDC projetant, en grand format, un fond de plan et un ensemble d'esquisses sur lesquelles ils annotent et travaillent à main levée. Cette situation particulière a permis aux concepteurs de partager rapidement un fond de plan en grand format sans être obligé de l'imprimer. Elle a aussi donné la possibilité aux concepteurs d'enregistrer, à la fin de la réunion, les modifications pour pouvoir directement les intégrer dans le projet.

Plusieurs données ont été recueillies grâce à cette expérimentation *in situ* (*cf.* tableau 12). Elles concernent deux projets en phases préliminaires de conception :

- Le premier projet, appelé GOLF, concerne la conception d'une quarantaine de logements privés en phase APS<sup>27</sup> (25 mn).
- Le deuxième, nommé URM, concerne la conception d'un bâtiment d'urgence et de réanimation en phase concours (85 mn).

Enregistrements	En présence	À distance	Total (mn)
Via le SDC	1 (25 mn)	2 (25 mn)	3 (30mn)
Sans le SDC	1 (40 mn)	0 ( mn)	1 (40mn)
<b>• Projet 1: [Projet GOLF]</b>			Total
Phase APS			4 vidéos (70mn)
Conception d'une quarantaine de logements			

Enregistrements	En présence	À distance	Total (mn)
Via le SDC	0 ( mn)	1 (85 mn)	1 (85mn)
Sans le SDC	2 (120 mn)	0 ( mn)	2 (120mn)
<b>• Projet 2: [Projet URM]</b>			Total
Phase CONCOURS			3 vidéos (205mn)
Conception d'un bâtiment d'urgence et de réanimation			

**Tableau 12 : Liste des enregistrements effectués dans chaque projet en 4 mois d'observation chez Art & Build (selon Ben Rajeb dans Lecourtois *et al.*, 2009 b)**

Dans le cadre de notre recherche, nous nous sommes exclusivement focalisés sur les enregistrements concernant les réunions distantes *via* le SDC (*cf.* tableau 12).

L'expérimentation effectuée *in situ* a été primordiale pour la mise en place du protocole expérimental en laboratoire. Elle a permis la construction d'un ensemble de concepts et d'hypothèses autour de la conception architecturale collaborative. L'expérimentation *in situ* a aussi permis d'observer des situations de collaboration dans un cadre réel de conception

<sup>27</sup> APS : une des phases qui compose le processus d'élaboration du projet et qui concerne l'Avant Projet Sommaire.

architecturale. Néanmoins, nous avons rencontré plusieurs difficultés liées à l'organisation même de l'agence. En effet, la spontanéité des échanges et des réunions au sein de l'agence, ajoutée au changement régulier des équipes de travail, ont rendu difficile l'exercice d'observation et de rassemblement de données exploitables. Cette situation n'a pas permis de reconstituer le processus général de la conception du projet, vu le nombre réduit d'enregistrements effectués dans cette agence d'architecture, en 4 mois d'expérimentations.

Pour pallier à ces problèmes et compte tenu des délais auxquels nous étions soumis, nous avons constitué un cadre expérimental plus contrôlé, en laboratoire. Ceci permet d'assurer la maîtrise d'un certain nombre de facteurs, comme le fait de proposer le même projet de conception à tous les architectes, dans des conditions les plus similaires possibles.

### 3.2.3 Cas des expérimentations en laboratoire (2<sup>ème</sup> Expérimentation CoCréa, ANR)

Le protocole expérimental, défini ici, concerne un dispositif mis en place en laboratoire dans lequel est invité un binôme de concepteurs habitués à travailler ensemble. L'objectif est de produire, *via* le SDC, l'esquisse de deux programmes courts de conception architecturale. L'étude et l'analyse appliquées à ces données d'expériences a pour objectif de caractériser les opérations cognitives de la conception collaborative outillée et leurs articulations.

C'est pour répondre à cet objectif que le protocole expérimental a été défini et divisé en plusieurs étapes. Ces étapes ont été étudiées de manière à éviter au possible les imprévus qui pourraient créer un biais dans l'étude et l'analyse de nos données. Nous avons commencé par définir les critères d'inclusion spécifiques qui nous intéressent pour la réalisation de nos expérimentations (*cf.* 3.2.3.1). Ensuite, nous avons décrit plus précisément la consigne de ces expérimentations en laboratoire (*cf.* 3.2.3.2). Enfin nous avons mis en place le matériel et les dispositifs nécessaires à notre étude (*cf.* 3.2.3.3).

#### 3.2.3.1 / Le choix des architectes

Une présentation du SDC - en tant que nouveau système de collaboration à distance - a été organisée dans les locaux de l'ARIAM-LAREA entre l'équipe de recherche CoCréa et les architectes pouvant participer à nos expériences. Ceci était la première prise de contact avec les architectes. A cet effet, une plaquette de présentation du SDC a été envoyée à tous les participants.

Les binômes d'architectes, que nous avons pu rassembler, ont tous une pratique professionnelle en agence. Le choix de binômes, travaillant déjà ensemble pour la conception de projets architecturaux, permet d'évacuer la question de la construction d'un *référentiel opératif commun* durant l'expérimentation (*cf.* p 22.). En effet, cette construction est difficile à assurer en seulement trois heures de travail entre deux architectes qui ne se connaissent pas avant.

Le simple fait de demander à des architectes de venir en binôme et à titre gracieux rend la recherche de participants complexe. C'est pourquoi, en 8 mois, seulement 6 couples d'architectes ont accepté de participer bénévolement à l'expérimentation.

Un consentement écrit leur a été donné à cet effet, pour être signé, leur conférant la liberté d'accepter, de refuser, ou bien d'arrêter à tout moment leur participation aux expériences.

### 3.2.3.2 / Description du protocole expérimental

Le protocole expérimental a été mis en place par le laboratoire du LIMSI-CNRS suivant l'ensemble de nos questionnements et attentes respectifs puis il a été validé par l'ensemble du consortium CoCrea. Ce protocole expérimental se divise comme suit :

Etapes	Objectifs	Temps
1	Accueil du binôme, présentation de l'étude et signature du consentement	10 min
2	Formation et familiarisation au fonctionnement du SDC et de Sketsha	15 min
3	Explicitation de la consigne du projet, vérification de la compréhension par l'architecte	5 min
4	Conception du projet en binôme	1h30
	Pause	15 min
5	Conception du projet en binôme	1h30
6	Entretien	30 min

**Tableau 13 : Etapes du protocole expérimental mis en place**  
(tableau réalisé par A.Mayeur du LIMSI-CNRS, Mayeur et al., 2010)

Une des premières étapes consiste à faire deux présentations aux architectes participants (cf. tableau 13) :

- Une présentation qui rappelle le contexte et les objectifs de l'étude ainsi que l'apport de leur participation dans ce cadre expérimental particulier (cf. étape 1).
- Une deuxième présentation du fonctionnement du système (SDC) et des outils mis en place (tablette graphique Cintiq, table graphique du SDC, système de projection et écrans) dans ce contexte. Cette présentation est suivie d'un test de manipulation et de prise en main de l'outil afin de s'assurer de leur compréhension (par exemple : « *montrez-moi comment faire pour créer un calque, le déplacer et le dupliquer ?* »), (cf. étape 2).

Il était primordial d'introduire l'expérimentation en laboratoire par une présentation du contexte, du fonctionnement et du mode de manipulation du SDC. L'objectif de cette présentation est de permettre une utilisation optimale de l'outil.

Ensuite, la consigne de chaque projet a été exposée au binôme d'architectes (cf. étape 3), puis il leur a été demandé d'utiliser cet outil dans deux situations différentes (cf. étapes

4 et 5):

- l'une en présence, dans laquelle nous demandons aux deux concepteurs de se mettre autour de la table graphique du SDC suivant leur convenance (cf. tableau 14);
- l'autre à distance, dans laquelle nous demandons aux deux architectes de se mettre chacun devant un des deux SDC (cf. tableau 14).

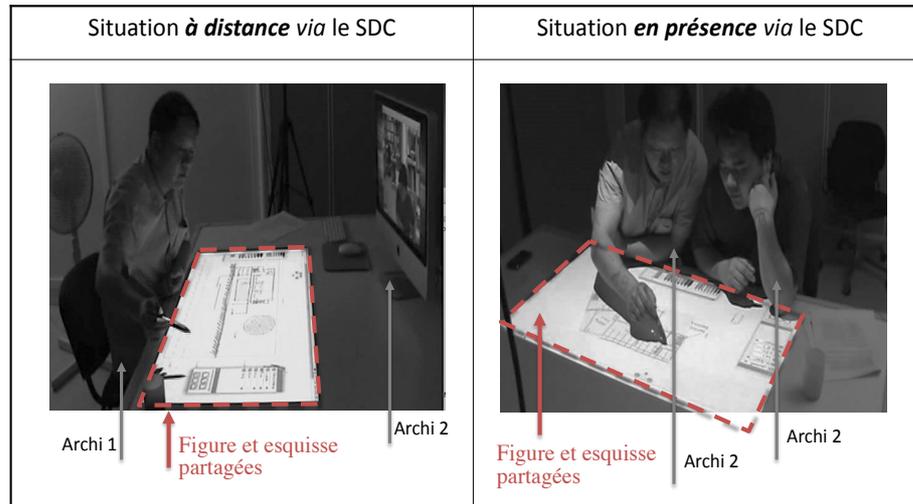
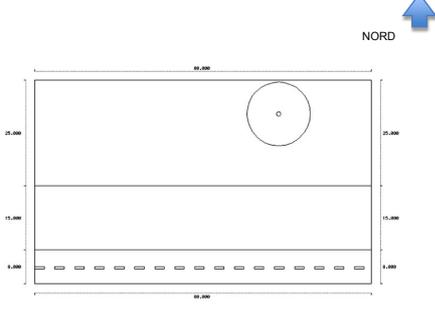
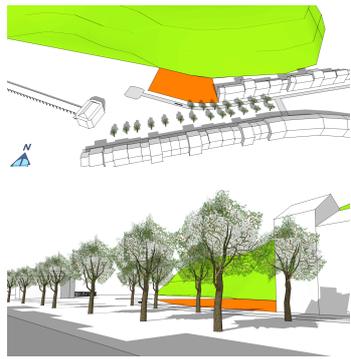


Tableau 14 : Les 2 situations expérimentales de conception collaborative à distance *via* le SDC

L'objectif est de réaliser une esquisse qui pourrait servir de base de travail pour un premier rendez-vous avec un client. Ainsi, deux programmes de projets de conception ont été mis au point par le laboratoire LUCID-Ulg, pour les étapes 4 et 5 de l'expérimentation (cf. tableau 13).

Dans le cadre de la première expérimentation réalisée en laboratoire, ces programmes ont été testés et validés de manière à ce que les architectes puissent mener à bien une esquisse de projet en une heure et demie.

Pour la conception de chaque projet, une feuille listant le programme du projet de conception à réaliser a été remise aux concepteurs, accompagnée de quelques images illustrant le site, son environnement et son orientation (cf. tableau 15). L'usage de papiers et de crayons a été proscrit.

Projet <i>Ecole Rurale</i>	Projet <i>Hôtel de luxe</i>
	
<p><b>Programme:</b> Conception d'une école secondaire rurale de 240 élèves sur un terrain constitué de 2 plateaux, séparés par une marche de 3m en roche (cf. annexe 10).</p>	<p><b>Programme:</b> Conception d'un hôtel de luxe 4* de 110 chambres sur un terrain pratiquement plat, adossé à une colline dont le dénivelé est de pente sud-ouest (80%) (cf. annexe 10).</p>

**Tableau 15 : Les 2 projets de conception donnés aux architectes dans le cadre expérimental (cf. Annexe 10 – Chap 3)**

Une fois l'esquisse du projet achevée, un entretien approfondi semi-dirigé, divisé en deux parties, a été mené auprès des participants. Son objectif était d'avoir un éclairage sur certains choix et certaines opérations de conception. La grille d'entretien a été défini par nos partenaires du LIMSI-CNRS, puis complété par l'ARIAM-LAREA afin de répondre au mieux à chacun de nos objectifs respectifs.

- La première partie de l'entretien questionne les pratiques des architectes participants ainsi que leurs démarches, avant utilisation du SDC (il porte sur la place des outils CAO et de l'esquisse dans leur pratique de conception architecturale ainsi que sur la façon de communiquer leurs intentions, leurs modes et procédures de collaboration, les outils utilisés pour collaborer habituellement avec leur binôme, *etc.*).
- La deuxième partie interroge, d'une part, leur manière d'utiliser le SDC et de se l'approprier pour collaborer et, d'autre part, leur évaluation du logiciel et des exercices imposés.

Une expérimentation exploratoire a été réalisée en respectant ces consignes afin de mettre en lumière les différents problèmes susceptibles d'être rencontrés (liés à la mise en place du matériel ou à la définition même du protocole et de son cadre). Cette expérimentation exploratoire nous a permis d'ajuster le protocole construit *a priori*. Par exemple, la faisabilité d'une esquisse sur le temps imparti aux architectes a été testée puis validée à l'issue de cette première expérimentation (cf. cf. Annexe 9 – Chap 4).

Suite à cette exploration, la consigne a été établie comme définitive par le consortium CoCréa, puis soumise aux architectes lors des expérimentations suivantes.

### 3.2.3.3 / Matériels et dispositifs expérimentaux

Dans le cadre de ce protocole, un outil supplémentaire au SDC a été mis à disposition par l'ARIAM-LAREA pour les expérimentations à distance. Cet outil supplémentaire est une tablette graphique « Cintiq » qui associe une surface plane active de faible épaisseur avec un stylo qui permet à l'utilisateur de dessiner directement sur l'écran à main levée (cf. figure 32).

Pour l'enregistrement des données, au minimum 2 caméras étaient prévues: l'une pour une prise de vue générale du dispositif expérimental, l'autre (mise au-dessus de la tablette graphique du SDC) pour une prise de vue précise des images et des dessins produits par les participants.

Un magnétophone a été ajouté dans le dispositif pour enregistrer l'ensemble des entretiens semi-dirigés.



Figure 31 : Matériels et dispositif mis en place pour les expérimentations via le SDC

### 3.2.3.4 / Synthèse des projets réalisés

12 projets architecturaux ont été réalisés dans le cadre de ce protocole expérimental, dont 6 projets conçus en présence et 6 autres à distance (cf. tableau 16).

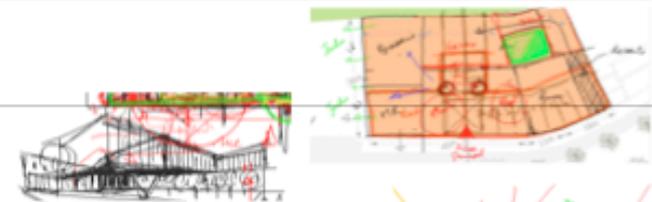
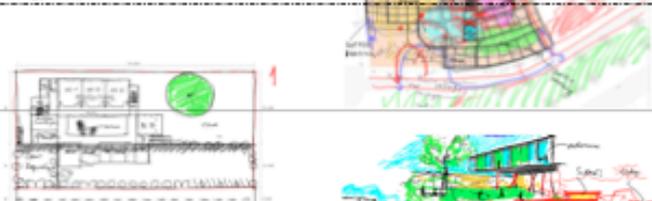
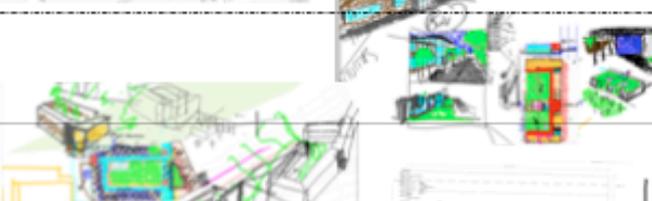
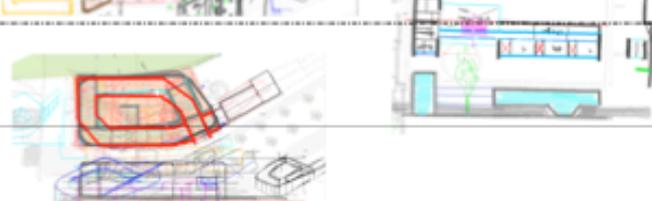
N° EXPE	Situation	Projet	Esquisse	
<b>EXP 1</b> (20/03/ 2010)	A	En présence	Hôtel de luxe	
	B	A distance	Ecole rurale	
<b>EXP 2</b> (05/06/ 2010)	A	A distance	Hôtel de luxe	
	B	En présence	Ecole rurale	
<b>EXP 3</b> (12/07/ 2010)	A	En présence	Hôtel de luxe	
	B	A distance	Ecole rurale	
<b>EXP 4</b> (23/07/ 2010)	A	A distance	Ecole rurale	
	B	En présence	Hôtel de luxe	
<b>EXP 5</b> (06/11/ 2010)	A	A distance	Ecole rurale	
	B	En présence	Hôtel de luxe	
<b>EXP 6</b> (13/11/ 2010)	A	En présence	Ecole rurale	
	B	A distance	Hôtel de luxe	

Tableau 16 : Synthèse des projets réalisés dans le cadre des expérimentations en laboratoire

### 3.3 Méthode d'analyse des données

---

#### 3.3.1 / Etat de l'art des méthodes d'analyse de la conception collaborative

- ✓ 3.3.1.1 / Introduction aux études de la conception
- ✓ 3.3.1.2 / Etudes de la conception architecturale
- ✓ 3.3.1.3 / Etudes de la conception architecturale collaborative
- ✓ 3.3.1.4 / Méthodes d'analyse de la conception architecturale collaborative

#### 3.3.2 / L'architecturologie appliquée comme autre méthode d'analyse

- ✓ 3.3.2.1 / Architecturologie fondamentale et architecturologie appliquée
- ✓ 3.3.2.2 / Echelles architecturologiques et opérations de conception
- ✓ 3.3.2.3 / Architecturologie et expérimentation
- ✓ 3.3.2.4 / Architecturologie appliquée à l'étude de la conception collaborative

#### 3.3.3 / Définition des étapes de traitement et d'analyse des données

- ✓ 3.3.3.1 / Préparation et conceptualisation
  - ✓ 3.3.3.2 / Recueil et traitement des données
  - ✓ 3.3.3.3 / Séquençage du processus de conception
  - ✓ 3.3.3.4 / Identification des classes et opérations cognitives de la conception
- 

#### 3.3.1 Etat de l'art des méthodes d'analyse de la conception collaborative

##### 3.3.1.1 / Introduction aux études de la conception

La conception est une activité complexe (Boudon, 2009) que plusieurs recherches ont tenté de préciser du point de vue du processus cognitif (Lebahar, 1983 ; Conan, 1990 ; Prost, 1992 ; Boudon et *al.*, 1997).

Plusieurs modèles ont été proposés pour représenter le processus de la conception. Parmi ces modèles, il y a celui qui concerne la boîte noire modélisant la part créative et inconnue de la conception (Osborn, 1963 ; Gordon *et al.*, 1987) par opposition à celui qui la modélise sous le concept de boîte de verre qui rapproche la logique du processus à celle d'une machine. La conception devient dans ce cadre une simple réponse à des problèmes avec une optimisation de la meilleure solution à produire. Ces deux modèles sont réducteurs quant à la complexité du processus qu'ils tentent de décrire et de modéliser.

Ces modèles ont évolué et définissent aujourd'hui l'activité de conception comme un processus itératif d'exploration et d'évaluation permanente (Raynaud, 1999). Par exemple, dans le domaine de la psychologie cognitive et de l'ergonomie, l'étude de la conception a été questionnée par Reitman (1964) et Eastman (1969). Leurs travaux ont été repris par Newell et Simon (1972) pour interroger le traitement de l'information afin de développer des méthodes d'analyse de protocoles verbaux inscrits dans un processus de conception. Dans la même lignée, Visser (1992) présente une analyse de la conception,

non pas focalisée sur le processus de résolution de problèmes, mais sur le processus de construction de représentations. Ainsi, différentes pensées ont été développées en vue d'étudier la dimension cognitive des activités et processus de conception (Bonnardel, 2009). Ces différents modes de pensées s'accordent sur le caractère « non-défini » des projets de conception (Reitman, 1964 ; Eastman, 1969 ; Falzon *et al.*, 1990 ; Simon, 1996 ; Cross, 2001). En effet, lorsque le concepteur reçoit au début du processus un programme - définissant des paramètres à insérer dans le projet - il construit une représentation mentale, incomplète et imprécise du projet à concevoir. Cette première représentation sert de point de départ à partir duquel le projet évolue suivant les concepteurs, domaines, et niveaux d'expertise (Dorst *et al.*, 2001).

Brown, Collins et Duguid (1989) ou Gero et Maher (1993) proposent de distinguer, quant à eux, deux types d'activité de conception : une activité de conception routinière qu'ils distinguent de celle dite non routinière. Dans la première, l'objet conçu est rarement différent de celui qui le précède car il obéit à des contraintes techniques et fonctionnelles bien spécifiques. Dans le cas de conceptions non routinières, l'objet conçu ne répond pas simplement à une logique définie en amont mais dépend généralement d'un contexte particulier et évolue dans un cadre différent à chaque fois.

Ainsi, la conception architecturale a été questionnée et étudiée relativement à différents points de vue : principalement selon les points de vue des sciences de la conception, de la psychologie cognitive et de l'architecturologie.

### 3.3.1.2 / Etudes de la conception architecturale

Simon (1996) a mis en évidence certaines spécificités de la pensée des concepteurs. Il a défini l'opérateur comme processus participant dans le changement de la situation actuelle de conception qu'il formalise par la transformation d'un modèle-initial en un modèle-recherché. Cette pensée est analogue à celle appliquée en *architecturologie*. Cela sera étudié plus loin.

En psychologie expérimentale et cognitive, les recherches en conception ont été centrées sur l'étude des opérations mentales mises en jeu pour la résolution de problèmes. Les travaux de Holyoak et Spellman (1993) ont révélé par exemple la difficulté des concepteurs à définir les problèmes de la conception. Les recherches de Denis (1989) ont mis en valeur le concept d'imagerie mentale et son rôle pour la résolution des problèmes mal définis.

Dans la même idée, plusieurs autres travaux ont été développés (Guillerme *et al.*, 1976 ; Carroll *et al.*, 1980 ; Leplat *et al.*, 1983) pour valoriser le rôle de la représentation mentale et graphique dans le processus même de la conception. Denis (1989) parle même de « stratégie figurative » comme moyen sur lequel s'appuie les concepteurs pour résoudre des problèmes spatiaux complexes.

En architecturologie, la conception n'est pas réduite à une simple addition de points de vue mais renvoie à une complexité globale reliant et articulant l'ensemble de ces points de vue pour donner de la *mesure* au projet architectural (Boudon, 1994). L'architecturologie modélise la conception sous la forme d'un processus diachronique entre *modèle* et *échelle* (Boudon, 2002) dans lequel le projet architectural est progressivement transformé relativement à ces différents points de vue. Le passage d'un état à un autre se fait par une diversité d'opérations de conception qui sont définies en *architecturologie* sous le vocabulaire *d'opérations élémentaires de conception*. Tout ceci sera identifié et défini plus en profondeur dans la sous-section suivante (*cf.* p. 167) car c'est dans ce champ que nous insérons l'étude de l'ensemble de nos cas et expérimentations

### 3.3.1.3 / Etudes de la conception architecturale collaborative

Lorsque les situations de conception impliquent différents corps de métiers, des questions concernant les aspects collaboratifs dans le processus de conception, émergent. Ces situations de conceptions renvoient aux notions de communication, de tâches, de compétences, de synchronisation, de processus de négociation comme de gestion de conflits, *etc.* (Darses *et al.*, 1994).

Par exemple, en sociologie, la conception à plusieurs se pose en termes d'organisation des rôles des acteurs au sein d'une équipe (Klein *et al.*, 1989) ; ou en termes de reconnaissance, d'épanouissement personnel et de confiance entre les différents membres d'une équipe (Daniellou, 1994).

En ergonomie cognitive, les questions sont centrées sur les interactions entre les partenaires, sur la synchronisation de l'activité collective de conception et sur ses aspects cognitifs (*cf.* p. 20). Dans ses travaux, Darses (1994) pose une distinction claire entre deux situations de conception à plusieurs : la *co-conception* et la *conception distribuée*, qui induisent chacune des formes d'activité différentes (*cf.* p. 33).

En *co-conception*, les acteurs partagent un même but et participent à la même tâche avec leurs connaissances et compétences spécifiques (Karsenty, 1994). En *conception distribuée*, les différents acteurs sont investis dans un même processus mais chacun répond isolément à sa propre tâche (Béguin, 1994 ; Karsenty, 1994), comme cela pourrait être le cas dans une agence d'architecture qui fait appel à une sous-traitance pour une étude d'ingénierie. Cette distinction permet de pointer des aspects cognitifs qui restent différents.

Dans une étude expérimentale sur des situations de *co-conception* réunissant deux concepteurs, l'un expérimenté et l'autre novice, Darses et Falzon (1994) montrent que les choix qui concernent le projet ne proviennent pas toujours du même opérateur. Bien que leurs compétences diffèrent, chacun des concepteurs interagit avec son collaborateur pour la résolution du problème à partir de l'échange de diverses représentations. Les représentations permettent le partage d'informations, la formalisation du problème et la

description des solutions optées, et traduisent la cognition collective (Béguin, 1994).

De manière générale, les études qui concernent les activités collectives (plus spécifiquement dans le domaine de la conception) restent néanmoins relativement récentes (Malhotra et al., 1980 ; Walz et al., 1987 ; Klein et al., 1989).

<b>Auteurs</b>	<b>Recherches concernant les activités collaboratives en conception</b>
Karsenty, 1994	Conception de modèles de base de données
Darses et Falzon, 1996; Darses, Falzon et Robert, 1993; Falzon et Darses, 1992	Conception de réseau informatique
Bonnardel 1992; Visser 1991; Visser 1993	Conception d'une antenne
Malhotra et al. 1980,	La conception relativement aux différentes tâches à exécuter
Klein & Lu, 1989	Conception architecturale : processus d'évaluation et critique d'état des solutions
D'Astous, Détienne, Robillard et Visser 1998; Détienne, Visser, D'Astous et Robillard 1999; Robillard, D'Astous, Détienne et Visser 1998	Inspection technique de logiciels industriels
Béguin, 1994	Conception distribuée
Caelen, 2004	Conception participative : Méthode de gestion de la conception à plusieurs
Darses, 1997	Conception en ingénierie concurrente : co-conception vs conception distribuée

**Tableau 17 : Divers travaux concernant les activités collectives en conception à partir d'une étude présentée par Visser (2002, p. 10)**

Ces travaux, présentés dans le tableau ci-dessus (*cf.* tableau 17), s'insèrent dans le champ du CSCD (Computer Supported Cooperative Design) et concernent l'étude de la conception à plusieurs et de ses assistances informatiques.

Il y a différents points de vue pour l'analyse de la conception architecturale collaborative:

- 1 / le point de vue des aspects physiques du travail : ce point de vue s'intéresse uniquement à l'aspect ergonomique et physique de l'espace dans lequel travaille le concepteur. Nous parlons ici de l'espace physique avec des propriétés acoustiques et thermiques, de gestualité, de déplacements, de postures, *etc.*
- 2/ le point de vue de l'affect : ce point de vue s'intéresse à l'aspect psychique ou émotionnel des concepteurs. Cet aspect fait état du ressenti subjectif des concepteurs vis-à-vis de leur environnement et de leur collaborateur. Ainsi, il traite des relations hiérarchiques et des sentiments de confiance qui unissent les différents membres d'une équipe.
- 3/ le point de vue cognitif : ce point de vue porte sur les aspects cognitifs du

processus de la conception qui sont liés à la situation, aux acteurs et au sujet traité. Ici, la conscience de groupe, les objets intermédiaires et le référentiel commun sont autant de paramètres à considérer pour l'étude de ces situations.

Ce dernier point de vue est celui retenu pour cette thèse.

Si l'on se focalise sur le champ de la psychologie cognitive, les recherches passent par la description des formes que peut prendre cette activité et par l'analyse des différentes modalités d'élaboration de solutions (Visser, 2009). Elles s'appuient principalement sur des données d'interaction (les mots, les verbes et les gestes issus de séances de collaboration entre divers concepteurs) et introduisent la notion de multi-modalité des interactions. Ces travaux de recherche définissent des méthodes d'analyse de la collaboration, spécifiques et adaptées à l'activité de conception. Ces travaux se rapprochant de nos objectifs (Lecourtois, 2011 c) et de nos questions de thèse, nous les expliciterons plus en détail et nous les situerons relativement à nos propres méthodes d'analyse architecturologique, présentées dans la section suivante.

D'autres recherches, toujours dans le champ de la psychologie cognitive, analysent la collaboration en conception du point de vue organisationnel ou psychosocial, dans l'objectif de définir des modalités d'assistance aux situations de travail en groupe (Daniellou, 1988 ; Garrigou, 1992).

D'autres encore s'intéressent aux méthodes de gestion de documents de la conception à plusieurs (Caelen, 2004) nécessaires au travail en réunion.

Quelle que soit l'approche choisie, les recherches conduites en psychologie cognitive, en ergonomie ou en architecturologie poursuivent un double objectif (Reuzeau, 2000 ; Cahour et *al.*, 2001 ; Darses et *al.*, 2001 ; Lecourtois, 2011 c):

- 1/ construire de nouvelles connaissances sur les processus cognitifs mis en œuvre dans les activités collaboratives en conception architecturale;
- 2/ comprendre les mécanismes de la conception architecturale collaborative pour développer des pistes d'assistance.

Pour ce faire, toutes décrivent, à leur manière, les spécificités des opérations cognitives de la conception architecturale collaborative.

#### **3.3.1.4 / Méthodes d'analyse de la conception architecturale collaborative**

Pour l'étude des activités cognitives de la conception collaborative, plusieurs protocoles ont été mis en place.

D'après Dodier (1995), deux courants d'intervention et d'analyse complémentaires sont à distinguer :

- Le premier concerne l'étude des objets de conception et de ses composantes indépendamment des situations dans lesquelles ils évoluent (que Ericsson et Simon (1993) nomment « retrospective protocols »).

- Le deuxième est fondé sur l'analyse des situations et des processus se focalisant ainsi sur l'« ergonomie de l'activité ». Dans ce sens, ce courant s'intéresse à l'analyse de l'activité réelle tenant compte de la particularité des concepteurs, de leurs tâches et de l'environnement dans lequel ils exercent et collaborent, communément appelés « concurrent protocols » chez Ericsson et Simon (1993).

Pour les deux courants, la démarche adoptée comprend les étapes suivantes (Ericsson *et al.*, 1993 ; Van Someren *et al.*, 1994) :

- 1/ proposer des hypothèses et des directions d'observations relatives à la question de recherche ;
- 2/ définir et conduire l'expérimentation ;
- 3/ transcrire les productions discursives, graphiques et gestuelles générées ;
- 4/ définir un schème de codage pour l'analyse de ces données;
- 5/ coder l'ensemble des données ;
- 6/ réaliser des comparaisons aussi bien quantitatives que qualitatives des données codées ;
- 7/ proposer des résultats.

Notre étude s'insère plutôt dans le deuxième courant (« concurrent protocols »). La première démarche participe, selon nous, à changer le point de vue des concepteurs sur leur objet de conception en leur demandant ainsi de faire appel à leur mémoire.

Pour les « concurrent protocols », l'étude consiste à analyser la verbalisation des participants du processus de conception (l'objet est en train de se faire). Simon (1996) met en place une méthode, appelée « information-processing », qui consiste à étudier le processus de conception selon un codage basé sur l'étude de la conception de l'objet. Gero (1990) présente, quant à lui, un principe de codage, nommé FBS, dépendant de la fonctionnalité de l'objet (« Function »), du comportement des acteurs (« Behaviour ») et de la structure de la collaboration (« Structure »). L'auteur pose la conception comme une suite de transformations des fonctions du modèle.

Tang, Lee et Gero (2010), utilisent la démarche FBS, et proposent de comparer deux situations de travail collaboratif, l'un en co-présence et l'autre à distance, suivant 4 étapes :

- La retranscription des verbalisations et leurs études qu'elles soient rattachées à la fonction (« F »), au comportement (« B ») ou à la structure (« S ») ;
- La comparaison de la qualité des livrables (*via* les scores donnés par un jury composés de 6 experts) ;
- L'étude de la fréquence des « F », « B » et « S » ;
- Et l'étude des transitions entre ces catégories (F, B et S) et le nombre d'échanges.

Tang applique ce protocole sur un ensemble de données audio et vidéo enregistrées lors de séances de conception, qu'il segmente puis, codifie selon le schème de codage décrit par Gero (dans Maher *et al.*, 2003). A partir de ces études, Tang, Lee et Gero (2010)

confronte les différences de ces résultats d'étude qualitatifs et quantitatifs.

Schön (1995) propose d'analyser les comportements cognitifs des concepteurs par une méthode descriptive qui permet d'appréhender les réflexions des concepteurs lors du processus de conception collaborative (« reflection-in-action »).

Brassac et Gregori (2001) proposent, quant à eux, une méthode dite « expérimentale-générique d'analyse » qui consiste à étudier les productions discursives, les gestes, les représentations graphiques et les enchaînements conversationnels. Ils s'intéressent à l'analyse des objets intermédiaires (Vinck *et al.*, 1995) et approchent les processus cognitifs en ne se focalisant que sur ce qui est accompli. Ce travail d'analyse se focalise sur les actes de langage tels que définis par Searle et Vanderveken (1985, cités dans Brassac *et al.*, 2001) en renvoyant aux dimensions sociocognitives des pensées des concepteurs. Selon ces auteurs, cette méthode permet non seulement de hiérarchiser les actes de langage, en les décomposant en séquences et sous-séquences, mais aussi d'illustrer la dynamique conversationnelle entre les collaborateurs.

Cette démarche est à mi-chemin entre les méthodes d'analyse du discours et celles d'analyse conversationnelle, puisqu'elle tient compte autant de l'enchaînement des gestes et du langage que de leur environnement (Brassac *et al.*, 2001). Mais elle ne se concentre pas assez sur l'analyse même du processus de conception de l'objet architectural.

Se basant sur des études ethnographiques, Boujut et Laureillard (2002) proposent une méthode de « recherche-action » qui consiste à aller sur le terrain pour étudier la complexité de l'activité de conception. Il s'agit d'introduire directement dans un contexte industriel réel des outils d'aide à la conception. La plupart de leurs études se focalisent principalement sur les activités industrielles et de design.

Nous citons, par ailleurs, Blessing et Chakrabarti (2002) qui proposent une méthode de recherche et d'analyse en conception architecturale, appelée « Design Research Methodology » et qui consiste à proposer un protocole conduit selon différentes étapes :

- Identification des critères pertinents pour l'évaluation des projets ;
- Conduite d'une étude descriptive permettant la définition du processus et de ces facteurs influents ;
- Production d'une méthode relativement aux résultats obtenus lors de l'étape précédente ;
- Evaluation de la méthode et de son applicabilité.

Détienne, Boujut et Hohmann (2004) proposent aussi un autre schème de codage pour l'analyse de situations de conception collaborative, comparant des communications synchrones à celles asynchrones. Ce schème de codage propose une catégorisation des activités collaboratives selon qu'elles concernent : 1/ la gestion de réunion, 2/ la gestion de projet, 3/ la synchronisation cognitive, 4/ l'argumentation, 5/ l'évaluation de solution, 6/ l'évaluation d'une contrainte, 7/ la proposition de solutions et 8/ l'argumentation de la solution. Ce principe de codage se base sur la distinction que font les auteurs entre les activités de conception à plusieurs et celles de management des interactions.

En se basant sur les travaux décrits par Détienne, Boujut et Hohmann (2004), Ruiz-Dominguez (2005) propose de regrouper ces catégories d'activités en 3 ensembles :

- Proposition qui regroupe les activités des catégories 7 et 8,
- Clarification qui regroupe les activités des catégories 3 et 4,
- Evaluation qui regroupe les activités des catégories 5 et 6.

Les catégories 1 et 2 ont été exclues du schème de codage proposé par Ruiz-Dominguez (2005) car elles concernent, selon l'auteur, le management des interactions et du groupe de concepteurs.

Pour finir, il est important de souligner que la plupart de ces études ont été mises en place dans le cadre d'observations pédagogiques ou d'expérimentations montées dans des groupes de projet de conception industrielle. Ce choix de cadre est dû aux difficultés qu'ont les chercheurs à s'insérer dans des agences d'architecture pour observer tout un processus en train de se faire. Autre point à souligner, la plupart de ces méthodes qui consistent à analyser le travail des collaborateurs dans un processus de conception ne s'intéressent qu'à la verbalisation des acteurs et non à leurs productions graphiques. Ajouté à cela, le schème de codage défini pour l'analyse de ces données est mis en place de manière à se focaliser sur l'activité collaborative en général et non sur le processus même de la conception de l'objet architectural.

C'est pourquoi les connaissances apportées par l'architecturologie sur les processus de la conception architecturale nous paraissent intéressantes à explorer pour étudier, analyser et modéliser la conception architecturale collaborative distante.

### 3.3.2 L'architecturologie appliquée comme méthode d'analyse des situations de conception architecturale collaborative

#### 3.3.2.1 / Architecturologie fondamentale et architecturologie appliquée

Les études de la conception architecturale sont, nous semble-t-il, au croisement de deux champs : le champ des sciences cognitives et de l'architecturologie.

L'architecturologie a été initiée dans les années 70 par Ph. Boudon qui a créé le laboratoire LAREA (Laboratoire d'Architecturologie et de Recherches Epistémologiques sur l'Architecture) en 1975. Son objectif premier était de constituer un langage scientifique et théorique propre au domaine de l'architecture afin d'explicitier l'activité cognitive de la conception en termes d'opérations de *mesure* (Lecourtois, 2011 c).

Les architecturologues s'intéressent non à l'édifice réalisé mais à l'objet architectural en cours de conception. Ils explorent ainsi des processus plutôt que des états par des approches cognitives et « poïétiques ».

Les architecturologues font la distinction entre une *connaissance a priori* et une *connaissance a posteriori*. La première est indépendante de toute expérience alors que la deuxième, est construite *a posteriori*, à partir de l'empirisme.

« *S'agissant de l'architecturologie, il est nécessaire de distinguer ce qui a pu être de l'ordre d'une induction, partie de l'expérience ou ce qui a été de l'ordre d'une théorisation a priori vis-à-vis de laquelle quelques démarches expérimentales pourraient apporter des renseignements. Mais on notera ici que la prise de conscience de la construction d'une modélisation a priori a accentué cette position théorique et non empirique de l'architecturologie* ». LAREA, Rapport quadriennal, 1994-1997, p. 16.

L'*architecturologie* est un champ de recherche qui vise à éclairer et comprendre la complexité induite de la conception architecturale et qui consiste à penser l'architecture en tant qu'activité mentale par laquelle le projet conçu reçoit des *mesures* raisonnées.

« *Du point de vue de l'architecturologie, nous postulons que la complexité de la conception architecturale est intéressante à étudier en dehors de tout souci pragmatique d'améliorer cette conception et par simple curiosité scientifique* ». LAREA, Rapport quadriennal, 1994, p. 32.

L'architecturologie n'a pas comme visée d'améliorer ou d'apporter des réponses pour faire une « meilleure conception ». Elle tend à produire des connaissances participant à la définir. Elle ne limite pas la conception architecturale, mais vise à comprendre la conception, en général. Elle ne cherche pas à valider le respect ou non du programme et ne vise pas à apporter des réponses à des contraintes ou des problèmes liés à la conception même du projet architectural. La conception, selon nous, met en œuvre un ensemble de références, de connaissances et de pertinences propres aux concepteurs et qui participent au choix des *mesures* qu'ils donnent. Ce n'est pas une simple réponse à un ensemble de problèmes posés par le programme.

Aujourd'hui, l'architecturologie se présente sous deux formes complémentaires : la première construit un langage théorique basé sur « *une connaissance systémique de la conception* ». Elle est nommée Architecturologie Fondamentale ; la deuxième, dite Architecturologie Appliquée, est initiée par Lecourtois depuis 2004 (à ce jour) et regroupe des méthodes de recherche et d'analyse. Selon Lecourtois (2010 a, p. 33) « *ces méthodes visent la production de nouvelles connaissances en questionnant (à partir des cas réels de conception) les concepts architecturologiques construits a priori et qui composent l'architecturologie fondamentale* ».

#### ✓ **Architecturologie fondamentale**

L'*architecturologie fondamentale* permet de modéliser la complexité théorique de la conception. Comment l'architecte confère-t-il des *mesures* à l'objet architectural ? est la question que pose l'*architecturologie*. Elle tente d'y répondre par les concepts *d'échelles architecturologiques*. Chaque *échelle*

*architecturologique* représente une *classe d'opérations de conception* relative à un point de vue par lequel on peut donner de la *mesure* au projet.

La notion de *mesure* est prépondérante dans notre étude. Il est important de la comprendre telle qu'elle est utilisée en architecturologie (et expliquée plus haut, cf p.78), c'est à dire dans son sens le plus large. Elle n'est pas systématiquement reliée à la notion de dimension, telle que définie par Raynaud (1999). On l'associe généralement à des dimensions et des valeurs quantitatives, cependant la *mesure* implique pour nous autant la forme que sa dimension, autant le quantitatif que le qualitatif. Ainsi, une transformation de la *mesure* d'un modèle peut résulter d'un changement de dimension et/ou d'une transformation morphologique de l'objet architectural. Contrairement à ce qui a été évoqué par Raynaud (1999) à propos des concepts posés par l'*architecturologie*, nous distinguons clairement *mesure* et dimension. Le changement de dimension peut ne pas altérer la forme du projet architectural, alors que tout changement au niveau de la forme même de l'objet architectural imposerait systématiquement un changement de dimension. Dans les deux cas, il s'agit, selon nous, d'une transformation de *mesure*.

Ainsi, par la notion de *mesure*, l'architecturologie introduit celle de la « *complexité opératoire* » qu'elle se donne comme tâche de définir et de spécifier *via* un questionnement épistémologique (Lecourtois, 2010 c).

Lecourtois (2010 a) résume par ailleurs bien les fondements de l'architecturologie fondamentale dont le paradigme s'appuie sur la distinction entre « objet scientifique » et « objet naturel ». En architecturologie, l'objet physique est représenté par l'architecture (l'espace architectural concret), et son objet scientifique en est la conception (l'espace de conception abstrait à construire). L'objectif premier de l'architecturologie fondamentale est d'en produire une intelligibilité.

Selon Lecourtois (2010 c) reprenant Boudon (2003) pour expliciter l'architecturologie, trois principes sont à l'origine de l'architecturologie fondamentale :

- 1) *l'architecture a affaire avec l'espace* (cf. B. Zevi et H. Focillon);
- 2) *Avant d'exister l'architecture est pensée* (cf. E. Panofsky);
- 3) *l'espace de l'architecture est mesuré* (cf. H. Focillon).

A partir de ces trois principes, l'architecturologie fondamentale questionne les manières dont l'architecte confère des *mesures* à son espace architectural. C'est ainsi qu'un langage scientifique a été proposé à partir de concepts afin d'éclairer les mécanismes opératoires de la conception. Les principaux concepts qui composent l'architecturologie fondamentale sont, selon nous, décrits sous les vocables d'« *échelles architecturologiques* » et d'*opérations* de la conception.

C'est à partir de ces deux concepts qu'une démarche d'analyse appliquée à des projets d'architecture a été développée. L'objectif de cette *architecturologie appliquée* est de préciser les manières dont les architectes donnent,

collaborativement, des *mesures* à leur espace. Ils sont ici les concepts premiers de notre démarche d'*architecturologie appliquée*.

#### ✓ Architecturologie appliquée

Lecourtois (2010 a) distingue clairement architecturologie fondamentale et *architecturologie appliquée*. L'*architecturologie appliquée* constitue pour nous le principal champ dans lequel s'insère cette thèse. Elle regroupe des méthodes de recherche que Lecourtois (2010 a) qualifie d'empiriques ou de cliniques en empruntant les concepts posés et « définis » *a priori* par l'*architecturologie fondamentale*. L'objectif de ces méthodes d'analyse est d'appliquer ces concepts posés et définis par l'*architecturologie fondamentale* à des cas réels en vue de produire de nouvelles connaissances sur les différents mécanismes cognitifs liés à la conception. Ce travail de recherche participe ainsi à développer, enrichir et poursuivre l'ouverture de l'*architecturologie fondamentale* (Lecourtois, 2005 ; 2006 ; 2011 c).

Pour cette architecturologie, la confrontation des concepts de l'*architecturologie fondamentale* à des cas concrets de projets de conception, permet de construire ce qu'elle nomme « un niveau supérieur de signification ». Ce concept est tiré de la pensée de Panofsky (1967, dans Lecourtois, 2010 c) qui permet de véritables interprétations scientifiques de la conception en passant ici par les concepts architecturologiques posés *a priori*. L'*architecturologie* tente ainsi de rendre intelligible la conception pour offrir des outils par lesquels on peut déchiffrer et donner du sens à l'espace architectural.

Du point de vue de la méthode, il s'agit de « lire » les traces graphiques produites au cours du processus et assemblées par le chercheur. Ces traces sont porteuses de « signes indiciels » (Ch. S. Peirce) de classes d'opérations de conception architecturale. Chaque trace est ainsi analysée pour identifier la ou les *échelles architecturologiques*, voire la ou les *opérations élémentaires* qu'elles manifestent. Ainsi ces *échelles architecturologiques* et ces *opérations élémentaires* (définies par l'*architecturologie fondamentale* et que nous présenterons plus précisément par la suite) servent de grille d'interrogations et d'analyses de cas en vue d'en construire une interprétation du point de vue des opérations cognitives.

### 3.3.2.2 / Echelles architecturologiques et opérations de conception

#### ✓ Echelles architecturologiques

Les échelles architecturologiques représentent des classes d'opérations de conception de *mesures* relatives à différents domaines de référence. Par ces différentes échelles architecturologiques qui ont été construites et définies en architecturologie, des *mesures* qualitatives et quantitatives sont attribuées à l'objet en cours de conception (Boudon, 1978).

On compte aujourd'hui vingt et une échelles qui rendent compte des différentes classes d'opérateurs participant à l'attribution des mesures au projet : échelles de voisinage, géométrique, humaine, de modèle, géographique, de visibilité, symbolique formelle, optique, symbolique dimensionnelle, cartographique, d'extension, d'intégration, parcellaire, globale, de niveaux de conception, fonctionnelle, socioculturelle, technique, sémantique, économique, de représentation (Boudon et al., 2000).

Le tableau 18 les énumère toutes et en donne les définitions.

Cette distinction entre les échelles est théorique, au sens où un même projet architectural inclut simultanément plusieurs *échelles architecturologiques* (cf. Annexe 4 – Chap 3).

Echelles architecturologiques	Définitions (Boudon et al., 2000)
Echelle technique	<i>Utiliser des considérations d'ordre technique pour induire une modalité d'attribution de mesures à une partie ou tout de l'espace architectural (p167).</i>
Echelle fonctionnelle	<i>Donner la mesure d'une partie ou d'une totalité de l'espace architectural en correspondance à quelque élément extérieur qui en règle la destination, l'utilisation, ou l'adapte à un usage (p168).</i>
Echelle symbolique dimensionnelle	<i>La grandeur étant en architecture porteuse de sens, associer le choix d'une grandeur à un contenu spirituel clairement identifiable (p169).</i>
Echelle symbolique formelle	<i>Concevoir l'espace architectural en conformité avec une forme symbolique, forme à travers laquelle un contenu spirituel particulier est associé à un signe sensible concret (p. 170)</i>
Echelle de voisinage	<i>Attribuer des mesures par contiguïté, relativement à des éléments appartenant au voisinage et induisant une continuité spatiale (p171)</i>
Echelle parcellaire	<i>Mettre en œuvre des mesures en utilisant les possibles permis par la taille, la forme et les limites du terrain donné à l'architecte (p172).</i>
Echelle géographique	<i>Informar, de quelque manière, les mesures d'une partie ou d'un tout de l'espace architectural à partir de considérations sur l'orientation des points cardinaux, la situation et le modèle du terrain, les données climatiques, etc. (p173)</i>
Echelle de visibilité	<i>Situer un objet ou partie d'objet de telle manière qu'il soit vu d'un lieu, ou qu'il ait vue sur un lieu ou un ensemble de lieux, ou plus généralement constituer un point de vue dans l'espace réel (p174).</i>
Echelle optique	<i>Tenir compte d'un point de vue – au sens propre – pour donner à une partie ou à un tout de l'espace architectural une mesure qui fasse intervenir des modalités suivant lesquelles il est vu (p175).</i>
Echelle socioculturelle	<i>Prendre en considération des conventions, des formes traditionnelles, ou autres héritages socioculturels, pour donner forme et mesure à une partie ou un tout de l'espace architectural (p176).</i>
Echelle de modèle	<i>Prendre un modèle antérieur, tout en effectuant éventuellement des modifications de divers degrés et de diverses natures (p177).</i>
Echelle sémantique	<i>Effectuer des opérations de dimensionnement, de découpage ou de référencement permis ou suggérés par des mots ou des expressions verbales (p178).</i>
Echelle d'extension	<i>Effectuer toute opération de conception d'une partie ou d'un tout de l'espace architectural qui intègre un devenir futur (p179).</i>
Echelle économique	<i>Concevoir une partie ou un tout de l'espace architectural en relation avec les coûts, ou en se livrant à des jeux possibles d'échanges de coûts entres diverses parties de cet espace architectural (p180).</i>

Echelle géométrique	<i>Recourir à des considérations géométriques pour découper ou référer des parties ou des totalités de l'espace architectural ou encore pour transcrire d'autres modalités de mesure (p181).</i>
Echelle cartographique	<i>Etablir le rapport d'une mesure dans l'espace de représentation à la mesure réelle qu'elle représente, en tenant compte d'un point de vue pertinent (p182).</i>
Echelle de représentation	<i>Lier le représentant au représenté suivant quelque pertinence (p183).</i>
Echelle des niveaux de conception	<i>Découper, référencer, dimensionner la réalité à concevoir, du micro ou du macro, suivant le niveau de représentation dû à une échelle cartographique ou, plus généralement, découper l'espace de conception en sous-espaces de conception (p184).</i>
Echelle globale	<i>Faire jouer de façon dominante, principale ou structurante une pertinence qui peut être le fait de l'une des différentes échelles (p185).</i>
Echelle humaine	<i>Etablir une relation directe entre une partie ou un tout de l'espace architectural à concevoir et la forme, la taille humaine ou les dimensions du corps humain (p186).</i>

**Tableau 18 : Les différentes échelles architecturologiques qui composent le langage de l'architecturologie fondamentale**

✓ **Jeu entre échelles architecturologiques et modèles**

Au moyen de ces *échelles architecturologiques* (notées E), l'architecturologie décrit les transformations des *modèles* (notés M) construits par les concepteurs à partir d'opérations cognitives mises en jeu au cours du processus. Ainsi, l'architecturologie permet de produire une connaissance sur la conception architecturale en spécifiant des concepts qui permettent de la décrire.

Dans le jeu architecturologique  $M(E)$ , chaque nouvelle représentation (graphique ou orale) résulte de la transformation d'une représentation précédente sur laquelle ont été appliquées des opérations spécifiques<sup>28</sup>. L'objectif de ce processus est l'aboutissement à une solution cohérente compte-tenu des contraintes et choix divers du projet (Ben Rajeb, 2007).

Dans ce cadre, le *modèle M* est défini par sa fonction d'opérande dans l'opération de *mesure* que le concept d'*échelle architecturologique* désigne (cf. tableau 19).

<b>M</b> <i>Modèle</i>	<b>(E)</b> <i>Echelle</i>
<i>Opérande</i>	<i>Opérateur</i>
Ce qui est mesuré	Ce qui mesure
Ce qui est répété	Opérations qui réduisent

**Tableau 19 : Synthèse des éléments constitutifs du processus de la conception modélisée par l'architecturologie (cf. Ben Rajeb, 2007)**

<sup>28</sup> L'architecturologie nomme ces opérations : *opérations de conception*.

Le tableau ci-dessus est une synthèse des éléments constitutifs du processus de la conception participant du *modèle architecturologique*. Nous suivons ici la définition architecturologique du processus de conception selon laquelle il :

« est un processus diachronique qui implique une transformation progressive de ce qui est en projet et, partant des modèles répétés, les opérations sont ce qui règle le passage d'un état à un autre dans un tel processus ». Boudon et al., 2000, p. 132.

Dans cette citation, les classes d'opérations (*E*) constituent le passage d'un *modèle M1* à un *Modèle M2* par une mise à des *Echelles* du *modèle M1*. C'est ainsi que le concepteur produit des modèles<sup>29</sup> qui sont, eux-mêmes, *opérandes* de la conception architecturale. Chaque *modèle* est support d'opérations de conception qui le transforment pour donner lieu à une nouvelle représentation. Cette représentation se situe à l'intermédiaire de deux *opérations élémentaires* que sont la *répétition* et la *réduction*.

Ce terme *réduction* est pris en architecturologie dans son sens général, en tant que point de vue d'observation ou de représentation d' « une réalité ». Posant ainsi la conception entre ces deux opérations de *répétition* et de *réduction*, il est possible d'expliciter cette modélisation architecturologique du processus de la conception en ces termes : la réduction d'un premier objet M1, par une mise à l'échelle E (suivant différentes pertinences) donne un nouvel objet M2 qui fait lui-même l'objet d'opérations suivant un autre ensemble d'échelles E, et ainsi de suite ... (Ben Rajeb, 2007).

**M1(E1) > M2(E2) > M3(E3) > ..... M n-1(E n-1)      —>      M n**

Toute opération élémentaire de conception transforme ainsi un *modèle A* en un *modèle B* par l'intermédiaire de classes d'opérations de conception, appelées *échelles architecturologiques* :

« Le modèle est ainsi ce sur quoi portent les opérations de mesure : il est un opérande. L'opération, dont il est opérande, comporte un opérateur : l'échelle ». Boudon et al., 2000, p. 131.

Ces *échelles* marquent la pertinence de la *mesure* par laquelle le concepteur transforme son modèle et priorise un choix par rapport à un autre, par l'intermédiaire d'opérations intermédiaires de conception.

Dans ce jeu M(E), programme, forme, contexte et représentations sont tous susceptibles de devenir modèles opérandes de la conception. Il n'en demeure pas moins que le modèle le plus souvent emprunté, en architecturologie, montrant la mise en œuvre de ce processus de la conception est la représentation graphique,

<sup>29</sup> Ici, nous parlons du *modèle « architectural »* défini par l'*architecturologie* en tant qu'opérande d'opérations complexes mêlant répétition et réduction.

produite et travaillée par l'architecte. Aussi, ces *opérations de répétition et de réduction* demandent-elles un travail cognitif qui ne s'applique pas au seul niveau de globalité de la trace mais également à ses détails les plus précis. Les formes architecturales apparaissent, pour l'architecturologue, comme le produit d'une série de moments de conception et de tracés successifs (cf. annexe 5 – Chap 3).

Selon Boudon et Pousin (1988), cette modélisation suit la proposition de Blondel (2002) selon qui :

« *Les dessins d'architectes étant pour l'architecte un espèce de modèle qui lui fait juger si l'idée qu'il en a conçue lui offre celle qu'il en avait droit d'espérer mais aussi ce qu'il est nécessaire d'ajouter ou de retrancher dans les différentes parties du projet, pour parvenir à un plus grand succès ...* ». Blondel, 2002.

En conséquence de quoi, la représentation dans le processus de la conception architecturale posséderait une valeur d'outil pour le travail du projet (Boudon *et al.*, 1988). La représentation est, donc ici, instrument de réflexion, et de mise en oeuvre de choix qui constituent le processus complexe de la conception d'un projet architectural.

Nous suivons ici Quintrand, Autran, Florenzano, Fregier et Zoller (1985), pour qui, « *chaque dessin exprime un état d'équilibre entre assimilation et accommodation, entre compétence architecturale et problème auquel il est confronté* » (Quintrand *et al.*, 1985, p. 71). La représentation serait donc un outil permettant à l'architecte la transcription de son idée sur le papier. Il serait également simulation parce qu'il permettrait l'évaluation du projet en vue d'éventuelles modifications.

### ✓ Opérations de conception

En architecturologie, nous distinguons les classes d'opérations de conception (définies ci-dessus sous le vocable d'*échelles architecturologiques*) et les *opérations élémentaires de conception*. Cinq *opérations élémentaires de conception* sont définies en architecturologie et sont constitutives des *échelles architecturologiques* :

- *La référenciation : Opération par laquelle le concepteur met en œuvre (se réfère à) des espaces de référence dans la conception architecturale* (Boudon *et al.*, 2000, p.154).
- *Le découpage : Opération par laquelle le concepteur découpe le projet en entités à mesurer* (Boudon *et al.*, 2000, p.154).
- *Le dimensionnement : Opération par laquelle le concepteur lie le mesurable à ce qui lui donne sa mesure et choisit la façon appropriée suivant laquelle il la lui donne* (Boudon *et al.*, 2000, p.154).
- *L'orientation et le positionnement : Opération par laquelle le concepteur oriente et positionne le projet dans le site* (Lecourtois *et al.*, 2009 a).

Par ailleurs, Boudon (2005, p. 102) distingue clairement opérations et actions. L'une opère et agit sur le modèle (*opération élémentaire de conception*), l'autre produit un résultat sans que celui-ci soit nécessairement visé (*action de conception*). Par cette distinction, nous détachons l'opération du résultat posé comme une sorte d'objectif à atteindre par le concepteur.

En effet, une opération peut être désolidarisée du résultat même, dans le sens où ce dernier ne peut pas matérialiser toutes les opérations mises en jeu, opérations dont la complexité dépasse la simplicité perçue (Boudon, 2005).

Pour expliciter cette distinction posée par Boudon (2005) entre *opération* et *action*, prenons un exemple :

Deux concepteurs choisissent d'intégrer un bâtiment dans un terrain de manière à prendre la forme de la pente. Les deux concepteurs travaillent une même forme géométrique. Leur réflexion partagée relève de ce que nous désignons en *architecturologie* « *échelle géographique* » et « *échelle géométrique* ». Néanmoins, les deux concepteurs ne cherchent pas à opérer de la même manière leur réflexion partagée pour insérer le terrain dans le site. L'un a positionné le projet en l'intégrant au site (*opération de positionnement*) et, l'autre, a fait référence à la maison réalisée par Mario Botta (*opération de référencement*). Ils arrivent néanmoins à la définition d'une même forme architecturale. Ainsi deux opérations distinctes ont été mises en jeu pour un même résultat (*action*).

Dans un deuxième exemple :

Deux concepteurs veulent proposer des scénarios d'aménagement paysager de leur projet. Pour ce faire, ils découpent le projet : l'un réalise un aménagement relativement à un point de vue donné à l'intérieur du bâtiment ; l'autre choisit un point de vue différent du site. Deux scénarios distincts sont ainsi proposés relativement à une même « *échelle optique* », à partir d'une même *opération de découpage partagée*.

Ainsi, le premier exemple montre que différentes *opérations* peuvent donner lieu à une même *action*. Dans le deuxième exemple, nous remarquons à l'inverse que des *opérations* identiques (articulées à d'autres opérations de la conception) peuvent donner lieu à des *actions* distinctes (ici deux scénarios différents).

Ces *opérations*, leurs complexités, leurs enchevêtrements et leurs interactions ne peuvent être révélées que dans l'observation du processus en train de se faire (même si une trace seule pourrait, néanmoins, nous indiquer certaines suggestions sur les possibles opérations réalisées). Il est donc difficile de les observer, les identifier ou même les définir uniquement à partir de l'*action* à laquelle veulent tendre les architectes.

Le repérage des opérations cognitives permet de définir l'*espace de conception* par lequel le concepteur pense et donne des *mesures* pertinentes à son *espace*

*architectural* à partir de la mise en œuvre de multiples *classes d'opérations de conception*.

Selon Boudon et al. (2000), « *L'espace de conception est l'espace dans lequel s'articulent les diverses opérations de la conception et dont l'espace architecturologique est une modélisation* ».

*L'espace de la conception* représente l'objet scientifique même de l'architecturologie. Il désigne ce que vise d'éclairer ce champ c'est-à-dire, l'ensemble des opérations de conception de *mesures* qu'il est possible de mettre en œuvre dans l'activité cognitive de la conception.

« *L'espace de conception est un espace d'opérations et à construire architecturologiquement comme tel (l'auteur cite l'exemple du cube architecturologique)... Si on semble toucher ici à une réalité d'opérations de conception qui s'éloignent d'une apparence visible et nous rapprochent du champ cognitif dans lequel opère le concepteur, ce champ est à construire plutôt qu'à découvrir et les opérations, pour une architecturologie, à repérer sans doute tout autant à constituer* ». LAREA, Rapport quadriennal, 1994, p. 26-27.

Cet *espace de conception* dans lequel se déroule le processus, l'architecturologie le distingue de *l'espace architectural* doté de *mesures*. *L'espace architectural* est le résultat de ce processus. Même si nos études concernent cet *espace architectural*, nous nous intéressons davantage à son processus de conception qu'à la signification véhiculée par les *mesures* de cet espace. C'est pourquoi notre attention se focalisera précisément sur *l'espace de conception* qui implique un ensemble d'opérations nous permettant de savoir comment du sens peut être construit dans l'ordre du processus de conception.

### 3.3.2.3 / Architecturologie et expérimentation

La question de l'expérimentation a déjà été posée en architecturologie. Celle-ci a été présentée dans le cadre d'un rapport quadriennal de 1994-1997 nommé « *vers une architecturologie expérimentale* ». Ce travail de recherche, initié par le laboratoire LAREA, a entraîné un ensemble d'interrogations d'ordre épistémologique confrontant, d'un point de vue architecturologique, conception et expérimentation.

Pour ce faire, les auteurs se situent par rapport à différents travaux sur la notion d'expérimentation dont principalement ceux de Conan (1990), de Thuillier (1983) ou aussi de Popper (1956). Sont citées comme exemple les observations de processus de conception proposées et réalisées par Conan (1990) dans son ouvrage « *Concevoir un projet d'architecture* » relatives à une vingtaine de questions. Par ce type d'exemples, les architecturologues tentent de montrer l'existence de différentes postures

épistémologiques se basant sur l'empirisme pour la production de connaissances sur la conception et son processus.

L'approche « rationaliste » de la conception, en architecturologie, qui aborde la question du point de vue de la *mesure*, ne s'accorde pas avec l'idée de définir l'« expérience » comme étant :

« ... synonyme d'action dont le résultat est incertain et non comme moyen d'acquérir une connaissance en comparant les résultats obtenus avec les résultats attendus qui sont deux connotations distinctes du mot "expérience" ». LAREA, Rapport quadriennal, 1994, p. 11.

Les auteurs ne suivent pas la position empirique qui prend l'expérience comme *moyen d'acquérir une connaissance* et qui suppose un travail de théorisation « hypothétique » qui impliquerait des attentes. L'empirisme, selon les auteurs, ne débouche, dans ce cas, que sur la mise en cause de l'idée même de *science de la conception*. Ils différencient aussi expérience scientifique d'une autre dite empirique, la première étant rapportée à un corpus scientifique sur lequel elle se base pour avoir une quelconque valeur. C'est de cette expérience scientifique que nous nous rapprochons le plus pour notre étude.

S'appuyant plutôt sur une modélisation *a priori* de la conception, l'architecturologie prend une « *position kantienne vis à vis de l'expérience* » (LAREA, 1994, p. 11). En s'appuyant sur les travaux de Simon dont la position épistémologique est qualifiée par les auteurs comme étant « pragmatique », l'architecturologie souligne la différence entre *pratique de la conception et connaissance de la conception* :

« *Dans le cas d'une connaissance qui est à elle-même sa propre connaissance, c'est l'expérience de la conception qui est supposée être le lieu même de la production d'une connaissance. Dans le cas d'une connaissance de la conception que ne fournit pas l'expérience de la conception, c'est une théorie de la conception qui peut s'expérimenter, se valider dans des expériences. Il semble que nous touchons là à une différence de posture épistémologique d'importance concernant l'approche architecturologique de la conception et l'approche Simonienne de la conception* ». LAREA, 1994, Rapport quadriennal, p.15-16.

Les auteurs différencient également une démarche expérimentale de celle empirique, dans le sens où, contrairement à l'autre, la première procède d'un ensemble de révisions d'hypothèses.

Ces hypothèses, mises en place *via* l'expérience, proviennent de la mise en forme d'analyses de l'espace architectural. Pour expliciter leur posture, les auteurs prennent comme exemple les travaux de Deloche, Denis et Duprat (LAREA, 1994, p. 16) *sur la modélisation des productions d'art* dont la visée est expérimentale mais c'est la conception comme objet d'expérience qui disparaît dans ce cas.

Par ces différents exemples de travaux, les auteurs introduisent la question suivante :

*« Peut-on envisager une recherche à caractère expérimental, c'est à dire non empirique et portant sur un objet précis qui est la conception ? ».* LAREA, Rapport quadriennal, 1994, p. 17.

Nous remarquons ici que l'idée d'expérimentation architecturologique n'est pas nouvelle. Des études expérimentales ont été mises en place dans des travaux architecturologiques antérieurs. Mais ces travaux sont soit restés dans le cadre de réflexions épistémologiques, soit mis en œuvre (sans réellement être analysés) dans le cadre de travaux d'étudiants.

Il est certain que l'architecturologie a pris une posture rationaliste mais n'a pas été clairement introduite comme trame d'analyse dans le cadre d'expérimentations. Parler d'expérimentation c'est poser la question de la possibilité de faire passer le travail architecturologique dans le *champ du testable* (LAREA, 1994). C'est ce que nous tentons de faire dans le cadre de cette recherche architecturologique pour la spécification de situations de conception architecturale collaborative distante.

A partir de notre lecture de ce rapport de recherche présenté par le LAREA (1994), deux faits sont à noter :

1/ la conception architecturale peut être un possible objet d'étude scientifique et expérimentale dans le sens où il est posé dans un cadre préalablement déterminé et par rapport à des hypothèses clairement définies.

*« L'analyse nécessiterait la mise en place de véritables 'expérimentations, celles-ci devant naturellement être accompagnées de toutes précautions qui s'imposent à tout protocole expérimental dans quelque domaine que ce soit ».* LAREA, Rapport quadriennal, 1994, p. 68.

2/ En architecturologie, la *mesure* est posée comme élément central qui définit la conception du projet architectural : l'expérience permettrait, dans ce sens, de mettre en exergue la spécificité de ces *mesures* par l'identification des différentes opérations et classes d'opérations de conception mises en jeu et déjà définies par l'architecturologie.

*« Ce qui sera nommé conception c'est précisément ces opérations mises en évidence par l'expérience ... L'activité de projet réunit bien des opérations auxquelles se livrent les architectes, mais cette activité n'est pas elle-même une "opération" ».* LAREA, Rapport quadriennal, 1994, p. 65-66.

On notera donc l'effet de la confrontation de faits expérimentaux aux hypothèses qu'ils contribuent à questionner, à confirmer, à infirmer ou à enrichir. Ces hypothèses prennent, dans nos analyses, la forme de concepts architecturologiques que nous interrogeons et appliquons dans nos analyses pour la spécification des situations observées.

Pour ce faire, il est nécessaire d'observer la conception là où elle se déroule et lorsqu'elle s'effectue : c'est-à-dire dans l'espace de conception, et non dans l'espace architectural

déjà conçu qui n'en représente que la trace finale et qui ne signifie pas, à lui seul, toute la « *complexité opératoire* » de son processus de conception (Lecourtois, 2010 c).

#### 3.3.2.4 / Architecturologie appliquée à l'étude de la conception collaborative

Tous ces concepts architecturologiques, présentés ci-dessus, sont pour nous des concepts aux définitions rigoureuses bien qu'elles soient ouvertes à la remise en cause et restent sujettes à des questionnements d'ordres théorique et épistémologique. Ils composent un modèle de représentation de la conception architecturale que nous utilisons pour observer des cas. Ces utilisations sont construites sur le mode de méthodes scientifiques de traitement de données. Ce travail de construction nommé architecturologie appliquée est ce que développe Lecourtois, depuis 2004.

Jusque-là, l'architecturologie a été appliquée à des objets architecturaux « déjà conçus » pour les étudier et les questionner. La difficulté de ces observations et interprétations réside dans le passage de l'espace architectural (comme résultat) à la reconstitution d'un espace de conception. L'architecturologue se trouve dans une situation où il est obligé de poser un certain nombre d'hypothèses partant des résultats qu'il observe.

*« La tentation est toujours grande de juger l'opération à partir de son résultat et non de l'opération elle-même. En matière d'architecture, l'architecte pensera qu'il n'y a que le résultat qui compte... mais (en tant qu'architecturologue) il est nécessaire de tendre à cerner les opérations de conception ... cette difficulté continue à nous intéresser pour ce qu'elle pointe qui est de savoir dans quelle mesure les opérations (supposées) de conception doivent être pensées ou non comme comportant une dimension de signification ».* LAREA, Rapport quadriennal, 1994, p. 69.

Notre travail de recherche tend à poursuivre ces réflexions en s'insérant dans un cadre expérimental défini qui nous permet de saisir le processus de conception « *en train de se faire* ». Ce cadre expérimental, dans lequel nous nous insérons, facilite pour nous la restitution, le traitement et l'analyse de ces données *via* notre schème de codage fondé sur des concepts architecturologiques définis plus haut.

C'est à travers l'analyse séquentielle de ces échanges graphiques et verbaux - évoluant dans le cadre d'un processus de conception et impliquant la transformation du modèle que les concepteurs partagent et conçoivent à deux - que nous cherchons à appréhender des opérations cognitives de conception. Notre point de vue est qu'un travail de recherche utilisant les méthodes de l'architecturologie appliquée et se basant sur un cadre expérimental préconstruit se prête bien à la spécification de telles opérations complexes impliquant plusieurs acteurs. Nous menons nos expériences dans le cadre de pratiques architecturales, et non pédagogiques ce qui permet aussi de poursuivre et de faire avancer nos connaissances.

Les opérations que nous cherchons à détecter dans ce cadre permettent, directement ou indirectement, d'identifier des faits de *mesure*. Nous utiliserons pour ce faire les *échelles architecturologiques* qui sont directement détectables *via* la parole et le dessin en tant que tel dans la réalité architecturale en train de se faire (en cours du processus de conception).

Mais il est à noter qu'il ne s'agit absolument pas pour nous d'évaluer un quelconque résultat issu de ces processus de conception. D'abord l'architecturologie n'a pas cette prétention, ensuite la question qui se pose à nous dans le cadre de cette recherche n'implique pas la vérification du respect ou non du programme qui est donné aux concepteurs (Lecoutois, 2011 c).

Remarquons que procéder à un tel travail de recherche et d'analyse architecturologique est, pour nous architecturologues, d'un grand intérêt. Il permet d'abord de compléter certains concepts et d'en poser d'autres afin d'enrichir nos connaissances en matière d'opérations cognitives mises en jeu dans le processus de la conception architecturale collaborative distante. Il nous permet aussi de construire théoriquement une modélisation de la conception architecturale collaborative distante qui est la question centrale de cette présente recherche.

L'architecturologie représente donc, pour nous, une méta-connaissance fondamentale dont nous exploitons certains concepts pour mettre en place et définir notre *schème de codage* spécifique aux situations de conception architecturale collaborative distante. Il est un moyen d'analyser et d'observer les opérations de la conception par lesquelles le(s) concepteur(s) attribuent des *mesures* à l'objet architectural (Lecourtois, 2010 b).

Partant de ce champ scientifique, la conception architecturale collaborative pourrait être ainsi modélisée par les notions d'opérations cognitives de conception, dont l'*échelle* est l'opérateur et le *modèle*, opérande.

### 3.3.3 Définition des étapes de traitement et d'analyse des données

Si ce travail de recherche et d'analyse s'inscrit clairement dans le champ de l'architecturologie, il s'inspire des méthodes de traitement des données en ergonomie cognitive et cela pour deux raisons :

- la première est que l'expérimentation dans le champ de l'architecturologie n'est pas encore parfaitement définie et mise à l'épreuve en tant que telle ;
- la deuxième c'est que, dans le cadre du projet CoCréa, nous avons eu l'opportunité de travailler aux côtés d'ergonomes-cognitivistes qui nous ont initié à ce champ.

Il nous a donc semblé pertinent de profiter de l'apport de ce champ, tout en questionnant notre propre discipline qui est architecturologie. L'objet commun à ces deux champs est la compréhension des processus cognitifs, l'architecturologie questionnant le processus de conception architecturale, l'ergonomie cognitive étudiant les interactions entre les individus lorsque ceux-ci sont engagés dans une même tâche et pour une même finalité.

Quatre étapes ont été réalisées pour arriver aux résultats que nous présentons à la fin de la thèse :

- Etape 1 : préparation et conceptualisation
- Etape 2 : recueil et traitement des données
- Etape 3 : séquençage du processus de conception
- Etape 4 : identification des classes et opérations cognitives de la conception

### 3.3.3.1 / Préparation et conceptualisation

Avant de recueillir les données, trois étapes de préparation s'imposent à nous :

- La première étape est celle du choix des concepts : cette partie est primordiale pour cette étude. Il s'agit d'un travail théorique de recherche visant à choisir parmi des concepts déjà définis ceux qui serviront à l'établissement de notre schème de codage. Le choix des concepts nécessaires à nos analyses se base principalement sur l'architecturologie (cf. Chap. 3.3.2). Elle rend compte aussi des connaissances construites dans d'autres domaines tels que l'ergonomie cognitive et la psychologie. Tous ces concepts nous servent pour produire de nouveaux concepts afin d'éclairer les mécanismes et les opérations de conception mis en jeu dans le cadre de la conception architecturale collaborative distante.

De ce fait, nous utilisons les *échelles architecturologiques* (les classes d'opérations élémentaires de conception) comme trame d'analyse des échanges des différents collaborateurs. Nous partons aussi des *opérations élémentaires* de conception, définies plus haut, pour interroger leurs mises en œuvre dans le processus de conception architecturale. Nous avons réutilisé également des concepts questionnés à travers nos analyses et issus du champ de l'ergonomie cognitive.

Nous énumérons ci-dessous ceux que nous retenons et qui sont définis plus haut dans notre état de l'art des connaissances (cf. Chap. 1):

- Le *awareness* (appelé aussi conscience mutuelle) ;
  - Le *référentiel commun* ;
  - Les *objets intermédiaires* comme moyen d'échanges privilégié entre les concepteurs ;
  - La collaboration comme *processus de négociations et de remises en cause par consensus* ;
  - *Le I-Space*, le *We-Space* et le *Space-Between*.
- La deuxième étape est celle de la **contextualisation** : Cette partie concerne toutes nos recherches et études sur le terrain à partir des pratiques observées en agences d'architecture (cf. Chap. 2). Il s'agit d'interroger des cas d'agences où le travail de conception architecturale paraît particulièrement procéder de collaborations

(AIA, MIKADO, ORA ITO, *etc.*). Ces enquêtes ont consisté tant à questionner les acteurs de la conception collaborative qu'à interroger les systèmes et supports par lesquels cette conception collective agit sur le projet d'architecture.

Nous retenons ici, le décalage qu'il y a entre les besoins d'agence en assistance et ce qui est produit sur le marché comme outil pour l'aide à la collaboration distante (*cf.* Chap. 1.2.2). Nous remarquons aussi que les études théoriques qui ont été réalisées sur ce champ restent larges et n'observent pas les spécificités de l'activité de conception au sein d'agence d'architecture (*cf.* Chap. 1.1.1). Nous comprenons donc qu'il est important de réaliser nos observations, soit dans le cadre de réelles situations professionnelles de conception, soit avec des praticiens experts dont les réflexes de réponse à des contraintes architecturales restent plus aisés.

- La troisième concerne la ***limitation du cadre de l'étude*** : Cette étape consiste à cadrer notre champ de recherche afin de définir le protocole expérimental qui a été précisé grâce au consortium CoCrea.

Pour rappel, nous faisons ici une synthèse de ce qui a été évoqué dans le troisième chapitre et qui entre dans le cadre de notre définition de la problématique :

- En tant que chercheurs s'intéressant aux activités cognitives de la conception architecturale, notre position est de nous intéresser exclusivement au processus, et non au résultat final.
- Nous ne jugeons pas les relations et interactions psycho-sociales entre les acteurs comme un paramètre négligeable. Mais nous partons, de l'hypothèse que, lors de collaboration, chaque acteur a son apport dans le processus de collaboration et nous supposons que ces collègues, travaillant ensemble dans le cadre de réunion, sont sans relation hiérarchique.
- Nous ne cherchons pas à calculer l'efficacité des situations de collaboration entre les acteurs ou les tensions qui peuvent se créer entre eux. Nous ne tentons pas non plus de voir si ces derniers ont réussi à accomplir leurs tâches ou pas (évaluation des rendus).
- Portée sur des situations collaboratives où différents architectes praticiens conçoivent ensemble et répondent en temps réel à un véritable programme architectural, notre étude ne concerne pas les phases de coordination et de réalisation du projet.
- Notre question de recherche se focalise, donc, particulièrement sur les premiers moments de la conception qui constituent pour nous une phase importante à étudier où les principales directions du projet sont définies.
- Comme vu précédemment, nous nous détachons aussi des métiers, des spécificités et des expériences propres à chaque acteur de la conception collaborative. Même si l'identification de ces acteurs pourrait nourrir notre recherche lors de nos études de cas, toutefois, il s'agit pour nous de savoir

comment cette conception collaborative est nourrie plutôt que de savoir qui en est à l'origine et qui a travaillé dessus le plus ou le moins.

Cette étape 1 de préparation et de conceptualisation permet de préparer le cadre de nos expériences et les hypothèses de départ qui seront questionnées par nos analyses architecturologiques.

### 3.3.3.2 / Recueil et traitement des données

Pour le recueil des données, nous avons mis en place plusieurs caméras donnant une vue aussi bien sur les acteurs et leurs échanges oraux que sur les représentations qu'ils produisent (*cf.* Annexe 11 – Chap 3). Une fois les expérimentations réalisées, nous avons traité l'ensemble des vidéos afin de constituer des films aux informations multiples. Chaque film comporte quatre vues en permanence captées et synchronisées.

Au-delà des vidéos réalisées, un enregistrement automatique et régulier d'images produites au cours du processus est effectué par le logiciel Sketsha du système SDC. Cet enregistrement est paramétrable (toutes les 3mn par exemple). Mais la difficulté de synchronisation des données et les aléas rencontrés lors de cette phase, ne nous a pas permis d'exploiter cette mémoire *auto-save*. Les données de l'étude ont donc exclusivement été recueillies à partir des films vidéo et notamment des images animées montrant la plateforme graphique, associées au son. Les gestes et les regards des utilisateurs n'ont pas été exploités car nous n'avons pas d'outil pour les étudier. Par ailleurs, dans le cadre du consortium CoCréa, ces données ont été exploitées par nos partenaires du LIMSI-CNRS à confronter avec nos propres résultats par la suite.

Nous avons répertorié nos expérimentations en décrivant la spécificité des différents concepteurs-participants (expérience, âge, habitudes d'agence) et les particularités mises en avant par les architectes relativement à l'expérimentation à laquelle ils ont participé (*cf.* tableau 20).

N° EXPE	Spécificité des Acteurs						Remarques spécifiques	statut de l'EXPE
	Concepteur 1			Concepteur 2				
	Entreprise	Age	Habitude d'agence	Entreprise	Age	Habitude d'agence		
EXP 1 (XXXX/ XXXX)							Spécificités mises en avant par les architectes relativement à leur Expérimentation	
EXP 2 (XXXX/ XXXX)								
EXP 3 (XXXX/ XXXX)								
EXP 4 (XXXX/ XXXX)								
EXP 5 (XXXX/ XXXX)								

*Informations et Habitudes mises en avant  
et détectées à partir de l'entretien*

Tableau 20 : Listing des données réunies à partir des expérimentations réalisées

Cette synthèse a été permise grâce aux entretiens réalisés à la fin des expérimentations en laboratoire. Ces données n'ont pas été analysées en tant que telles, mais ont été exploitées afin de conforter, confirmer ou infirmer certains de nos résultats issus de nos analyses architecturologiques des expérimentations.

Enfin, nous avons retranscrit l'ensemble des éléments partagés entre les acteurs à partir de nos vidéos (cf. tableau 21). Cette retranscription concerne autant les paroles échangées entre les deux concepteurs que la description des traces graphiques produites au cours du processus.

(Dessins + Parole) Architecte 2

Time code	Dessin 1	les dires du Concepteur 1	les dires du Concepteur 2	Dessin 2	Remarques
0:00:00					1 et 2 prennent et ..
0:00:59	(Dessins + Parole) Architecte 1		240 élèves, budget confortable, terrain en pente Nord, constitué de 2 plateaux, séparés par une marche de 3mètres en rocher... D'accord... Toiture plate, façade à 7m de la rue, système de..., 6 classes de 40 élèves		2 lit le programme pour soi
0:03:11			d'accord, j'ai compris le machin... Juste me laisser le temps de marquer un peu le programme	écrit les données du programme	
0:03:15		oui, oui		idem	
0:03:17			ensuite je le mettrai dans le truc en dessous dans le truc "Mono", et puis ça nous servira... Peut-être plus pour moi	continue à écrire les données du programme	
0:07:28			attend, je vais juste effacer le petit bout là...crée un calque		
		j'écris sur ton calque là			

Tableau 21 : Retranscription des données réunies à partir des expérimentations réalisées

Nous avons pris soin de rajouter une colonne *Remarques* pour y décrire les actions qui s'effectuent par l'un et/ou l'autre des concepteurs et qui ne peuvent être transcrites ni par la parole, ni par le dessin. Le silence, ou la lecture du programme en sont un exemple (cf. tableau 21).

Pour faciliter la lecture et la revue de nos analyses, nous avons ajouté des repères : l'un chronologique indiquant le temps d'échange graphique et/ou oral, l'autre par rapport à la ligne de transcription. Ces repères n'ont pas été exploités quantitativement dans la comptabilisation, par exemple, du temps passé à traiter tel ou tel problème ou le nombre de fois qu'une opération a été mise en jeu. Néanmoins, ils pourraient servir par la suite pour d'autres analyses.

### 3.3.3.3 / Séquençage du processus de conception

Nous intéressés aux moments de conception qui composent le processus en situation de collaboration distante, nous avons réalisé une reconstitution diachronique des différentes expérimentations réalisées en laboratoire. Lors de nos analyses, nous nous sommes confrontés à la difficulté d'appliquer un concept théorique qui est le *moment de conception* (relatif à un découpage temporel formel) à une situation empirique de processus de conception. C'est pourquoi nous avons décidé d'introduire le terme de « séquence » pour faciliter la lecture architecturologique des données et pour ne pas détourner le concept de « *moment de conception* » de son premier sens (cf. annexe 8).

En architecturologie, (Boudon et al., 2000, p.229), un *moment de conception* relève d'un *découpage temporel formel*<sup>30</sup> du processus de conception et non d'un *découpage temporel empirique*, c'est-à-dire qu'il n'est pas rattaché à un ordre en termes de tâches ou de phases du projet architectural. Ce *découpage temporel formel* correspondrait à la manifestation et à l'agencement d'un ensemble d'opérations de conception relevant d'un choix de pertinences qui participent à la définition de *mesures* distinctes dans le projet.

« *Chaque moment de conception fait l'objet d'une modélisation architecturologique en termes d'échelles architecturologiques... (où chaque nouveau) modèle s'imposerait comme la manifestation d'un moment de conception à partir duquel relancer une nouvelle phase d'opérations de conception pour produire un nouveau modèle architectural...* ». Boudon et al., 2005

En effet, qu'un concepteur choisisse de prioriser une échelle relativement à une autre, induirait le fait qu'il puisse y avoir un ordre temporel qui structure l'espace de conception. Chacune de ces mises à l'échelle génèrerait de nouvelles possibilités et directions et en exclurait d'autres.

Par exemple, une *échelle initialisante* serait définie comme étant un moment de conception du fait d'être mise en jeu la première et induirait par la suite d'autres pertinences liées aux choix de nouvelles *mesures* du projet.

Prendre ainsi en compte cette temporalité formelle, permettrait, en architecturologie, d'aborder la question du processus de conception en termes d'opérations et d'ensemble d'opérations de conception et d'en relever l'ordre temporel indépendamment de la phase dans laquelle évoluerait le projet. Cette démarche nous offre la possibilité de donner une description architecturologique du processus de conception en termes d'échelles architecturologiques et d'opérations de conception mises en jeu à partir de représentations verbales et/ou graphiques (Boudon, 1974 ; Tabouret, 1975 ; Boudon *et al.*, 1976 ; Boudon *et al.*, 1988).

Par exemple, dans *l'expérimentation I en laboratoire*, des textes, des schémas, des croquis et des échanges oraux sont produits tout au long du processus, par lesquels les deux concepteurs construisent une réflexion commune autour de l'insertion du programme dans le site. Cette réflexion relève principalement de l'« *échelle géographique*<sup>31</sup> » et de l'« *échelle*

---

<sup>30</sup> La *temporalité formelle* évoquée ici comme génératrice d'ordre et de succession d'échelles architecturologiques est à distinguer d'une *temporalité* dite *empirique* du projet qui est liée à ses phases ou à ses acteurs.

<sup>31</sup> L'*échelle géographique* : (Boudon et al., 2000, p. 173) : « *Informé, de quelque manière, les mesures d'une partie ou d'un tout de l'espace architectural à partir de considérations sur l'orientation des points cardinaux, la situation et le modèle du terrain, les données climatiques, etc* ».

*fonctionnelle*<sup>32</sup> ». Ces deux échelles architecturologiques constituent deux moments de conception, au sens architecturologique, même si elles ont couvert la globalité de leur logique et de leur choix dans le processus de conception. Chacune de ces échelles est porteuse d'un ensemble d'*opérations de conception* mises en jeu différemment par chacun des deux concepteurs mais participant à un même moment de conception.

Cette démarche de description architecturologique s'inspire de *l'architecturologie appliquée* et des travaux de recherche, mis en place et développés par Lecourtois, selon lesquels chaque production (orale et/ou graphique) réalisée dans le cadre d'un projet en cours, constituerait un moyen par lequel matérialiser et/ou outiller la conception architecturale (Lecourtois, 2005).

*« Chaque trace de conception devient le représentant d'un moment de conception particulier, moment dans lequel certaines opérations de mesure ont été choisies et mises en œuvre... la représentation architecturale – mentale ou physique – devient un moment de conception participant d'un phénomène sériel de production de modèles et dans lequel chaque modèle serait l'opérande d'une multiplicité d'opérations de conception ».* (Lecourtois, 2005, p. 4)

Dans son analyse architecturologique d'une cinquantaine de représentations issues du projet du musée Guggenheim de F.O.Gehry, chacune de ces productions manifesterait et/ou instrumentaliserait la pensée opératoire de l'architecte (Lecourtois, 2010 a).

*« Le classement diachronique des représentations produites par F. O. Gehry et ses collaborateurs, permet de reconstruire le processus de la conception du Musée Guggenheim de Bilbao en termes de témoignage de « moments de conception ». Chaque élément du corpus se présente comme la manifestation d'un « moment de conception » que l'architecturologie permet de décrypter en termes d'« échelles architecturologiques » autrement dit, en termes de classes d'opérations de conception de mesures architecturales. D'un point de vue pratique, chaque production est questionnée relativement à la liste des Vingt-et-une « échelles architecturologiques » et, mise en regard de celle qui la précède en vue d'identifier les opérations de conception qui lui sont spécifiques... (par exemple) Le croquis fait par F. O. Gehry et présenté en fig. 3 est un autre « moment de conception » ... Quatre interprétants peuvent ici aider à saisir les significations des signes qui composent cette représentation : 1) l' « échelle optique », 2) l' « échelle de visibilité », 3) l' « échelle parcellaire » et 4) l' « échelle géographique » ... »* (Lecourtois, 2010 a, p. 7).

---

<sup>32</sup> L'échelle fonctionnelle : (Boudon et al., 2000, p. 168) : « Donner de la mesure d'une partie ou une totalité de l'espace architectural en correspondance à quelque élément extérieur qui en règle la destination, l'utilisation, ou l'adapte à un usage ».

Ainsi, en architecturologie appliquée, toute trace produite est considérée comme la manifestation d'un *moment de conception* dans lequel différentes opérations de conception sont mises en jeu.

Dans le cadre de notre étude, nous introduisons le concept de *séquence*. Emprunté du vocabulaire cinématographique, le terme *séquence*<sup>33</sup> désigne, pour nous, une série de choix successifs (mis en jeu à partir d'échelles architecturologiques et d'opérations de conception) qui forment une unité narrative répondant à une problématique générale (et/ou une proposition) soulevée par les deux concepteurs au cours du processus de conception. Ce *découpage séquentiel empirique* se réfère à une logique d'action marquée par le passage d'une problématique à une autre et/ou par la transformation d'un état à un autre, tel un processus en perpétuel mouvement. La notion même de *séquence* implique, par ailleurs, comme définition les notions de début et de fin. En effet, une séquence débute par l'énonciation explicite d'un problème (et/ou d'une proposition) mais ne finit pas systématiquement par la résolution de cette problématique (et/ou par une réponse à cette proposition). L'énonciation d'un nouveau problème (et/ou d'une proposition) marque elle-même la fin de la précédente et le début de celle-ci.

Par exemple, dans l'expérimentation 1, les deux concepteurs doivent répondre en 1h30 au programme qui leur a été donné. Pour ce faire, ils commencent à prendre en compte les contraintes urbanistiques liées au site (séquence 1). Ensuite, ils créent deux propositions disjointes relatives à l'emplacement des salles de classe sur le site (séquence 2) puis, ils reprennent le programme pour réfléchir sur les autres éléments importants du projet relativement à l'emplacement des salles de classe (séquence 3), *etc.* Dans la séquence 1, pour prendre en compte les contraintes urbanistiques du site dans leur conception, les deux architectes réfléchissent ensemble sur l'emplacement du Nord pour pouvoir orienter les salles de classe dans le site. Le premier *moment de conception* est donc marqué par une « *échelle géographique* » qui, dans ce contexte, est dite *initialisante* pour la conception du projet architectural. Cette classe *d'opérations de conception partagées* par les concepteurs est en effet mise en jeu différemment par chacun d'entre eux à partir d'*opérations élémentaires de conception différentes*.

Ainsi, chaque *séquence* motiverait, selon nous, différentes *opérations de conception* mises en jeu à partir de nouvelles représentations mentales, graphiques et/ou orales de l'espace architectural. Chacune de ces représentations marque un nouveau *moment de conception* particulier. Ces *moments de conception* sont la manifestation d'une cogitation à partir d'un ensemble d'opérations de conception choisies et mises en œuvre relativement à une *échelle architecturologique*. Une même *échelle architecturologique* est mise en jeu et/ou remise en question dans différentes *séquences* du processus. Le

---

<sup>33</sup> Dans son sens le plus élémentaire, la séquence est définie comme « *une suite ordonnée d'éléments, d'opérations, de phases* », selon le Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales en France.

passage d'une *séquence* à une autre est marqué par un changement d'état, de sujet à traiter, et/ou de point de vue, *etc.*

L'identification des relations entre ces *échelles architecturologiques* qui s'enchaînent permet en effet d'identifier différents *moments de conception* et de décrire les manières dont le projet est pensé par les deux concepteurs. En priorisant une échelle par rapport à une autre, les concepteurs privilégient un ensemble de pertinences reliées par des choix qui s'enchaînent tout au long du processus itératif. Ce groupement de pertinences renvoie à des opérations elles-mêmes reliées par nécessité (relation dite *en cascade*) ou par un choix (relation dite *de relais*) marquant ainsi le passage d'un moment de conception à un autre. Chaque moment de conception ouvre ainsi de nouvelles potentialités de *mesure* dont les concepteurs peuvent s'emparer par l'intermédiaire d'opérations transformant un modèle en un autre dans une *temporalité formelle*.

Cette méthode de reconstitution diachronique du processus de conception en termes de *séquences* et de *moments de conception* nous permet ainsi de constituer un modèle *a posteriori* du processus de conception en termes *d'échelles architecturologiques* et *d'opérations de conception*.

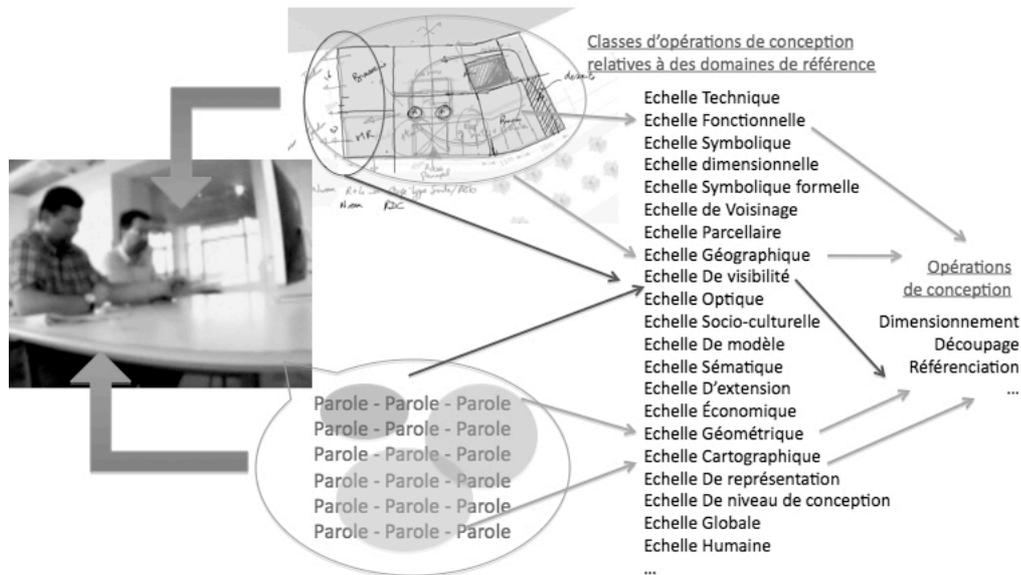
#### 3.3.3.4 / Identification des classes et opérations cognitives de la conception

Le traitement des données consiste à « lire » les traces des utilisateurs du SDC du point de vue architecturologique tel que proposé par Lecourtois (2005), mais tout en les confrontant aux verbalisations des acteurs au cours du temps. Autrement dit, dans le cadre de cette étude architecturologique, nous avons cherché à décrypter, à travers les tracés se faisant et les mots échangés entre concepteurs, les opérations de conception architecturales mises en œuvre en commun (*cf.* Annexe 6 – Chap 3).

*En architecturologie*, vingt-et-une classes d'opérations de conception composent notre grille de lecture à partir de laquelle on peut interroger des dessins, maquettes, textes ou paroles. Ces classes nommées *échelles architecturologiques* ont été interrogées afin d'identifier les opérations cognitives qui y sont mises en jeu (*cf.* p 164).

Par exemple, *l'échelle parcellaire* désigne une classe d'opérations de conception par laquelle l'architecte pense et attribue des *mesures* à son projet relativement aux caractéristiques de sa parcelle. *L'échelle géographique* désigne une classe d'opérations de conception par laquelle l'architecte pense et attribue des *mesures* à son projet relativement aux caractéristiques géographiques de son terrain. *L'échelle économique* désigne une classe d'opérations de conception par laquelle l'architecte pense et attribue des *mesures* à son projet relativement à son budget, *etc.* (Boudon et al., 2000). Ces classes d'opérations de conception sont constituées de cinq opérations élémentaires de conception possibles que nous avons définies plus haut (*cf.* 167).

Ces classes et ces opérations servent donc de grille de lecture des données (*cf.* figure. 33).



**Figure 32 : Méthode de traitement des données**  
 (Ben Rajeb 2010 inspiré du cours d'architecture appliquée, Master 2, Lecourtois en 2009)

L'objectif du traitement des données est de pointer des classes et opérations de conception travaillées à plusieurs.

Cette méthode permet d'effectuer un codage assez précis des extraits vidéo, dans la mesure où :

- 1/ elle fait appel à des concepts clairement définis et identifiés par l'architecture ;
- 2/ elle concerne la spécification du processus de conception à partir du langage architecturologique qui consiste à penser l'architecture en tant qu'activité mentale par laquelle l'espace est conçu et reçoit des *mesures* raisonnées.

Les concepts architecturologiques ne suffisant pas à décrire toutes les opérations cognitives mises en jeu (car la définition de son langage reste générale et indépendante de toute situation). Nous nous sommes donc aussi inspirés des méthodes de codage issues du champ de l'ergonomie cognitive. Nous avons commencé par visualiser et transcrire l'ensemble de nos données pour avoir une vue globale sur l'ensemble des données sans chercher à les analyser de suite. Nous avons défini un premier schème de codage que nous avons testé sur un échantillon extrait d'une des expérimentations effectuées.

Ainsi, nous avons par exemple envisagé, au départ, que les seules opérations cognitives qui rentraient en jeu ne concernaient que la conception architecturale, en partant de l'hypothèse que les concepteurs ne s'attardaient que sur le projet. Du coup, notre grille n'était composée que de *classes d'opérations de conception* et d'*opérations élémentaires de conception*. A la suite de notre première lecture, nous avons remarqué que d'autres moments rentraient en jeu et ne pouvaient pas concerner directement le projet mais plutôt la collaboration entre les acteurs et l'usage même de l'outil. Ces moments, nous proposons d'en analyser et étudier l'influence sur le processus même de la conception architecturale.

Notre grille finale d'analyse décrit les opérations de la conception collaborative distante selon deux classes comprenant chacune d'elles deux points de vue différents par lesquels identifier la situation de conception que nous étudions.

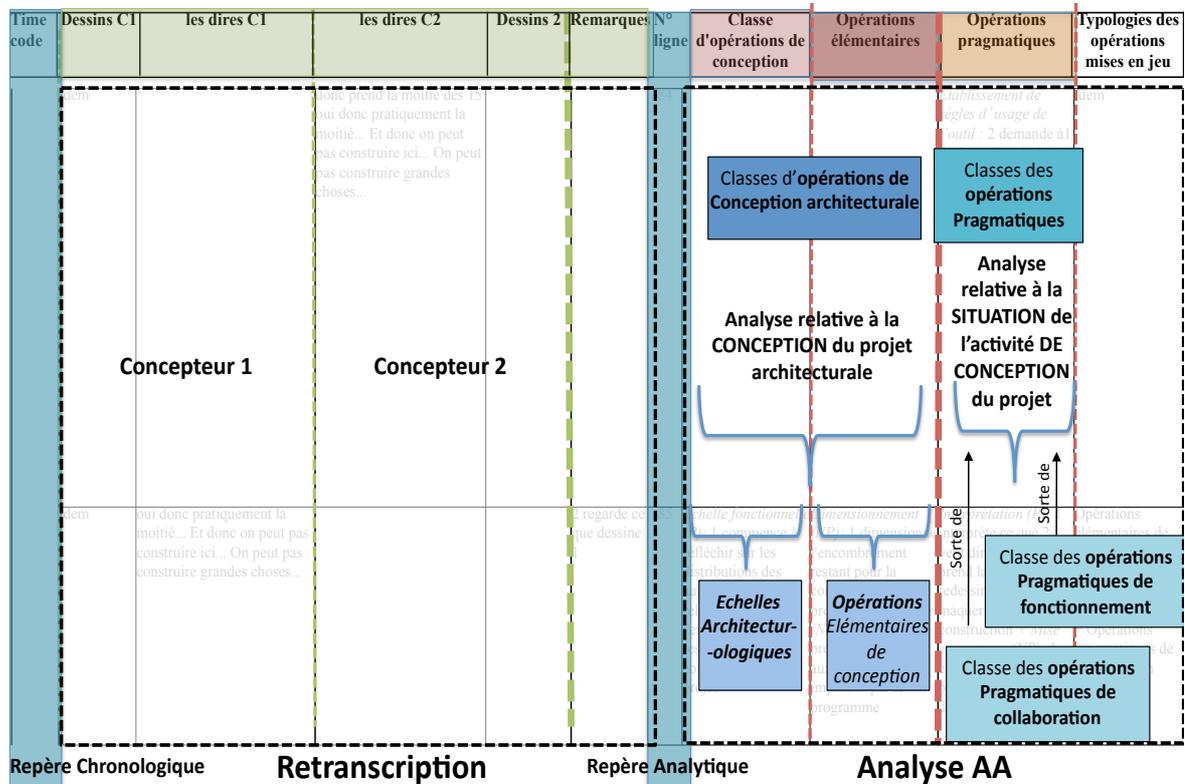


Tableau 22 : Tableau d'analyse des données

1/ Une première classe est relative à la conception même du projet architectural : elle comporte les échelles architecturologiques et les opérations élémentaires de conception mises en jeu et définies en architecturologie (cf. tableau 22).

2/ La deuxième classe est relative à la situation de l'activité dans laquelle se déroule la conception du projet architectural : elle concerne les opérations cognitives relatives à la collaboration (le fait qu'il y ait deux acteurs ou plus) et à l'usage de l'outil (le fait de la distance qui impose l'usage d'un média pour l'échange et le travail collaboratif). C'est surtout cette deuxième classe que nous cherchons à identifier, définir et spécifier à partir de nos analyses architecturologiques et de ce schème de codage ; car nous pensons que c'est dans les interactions de ces opérations avec les opérations élémentaires de conception qu'évolue le projet architectural.

Nous avons d'abord testé notre grille sur des échantillons issus de nos expérimentations. Une fois nos réflexes acquis et notre grille testée puis validée (tel un schème de codage), nous avons poursuivi les analyses en indiquant les classes d'opérations ou opérations cognitives mises en jeu (cf. Annexe 8 – Chap 4).

Notre objectif est d'énoncer, d'explicitier et de spécifier les opérations de la conception architecturale collaborative distante mises en œuvre par des praticiens architectes, à partir *d'une modélisation architecturologique* que nous proposons à l'issue de nos résultats.

En d'autres termes, il s'agit pour nous, en tant qu'architecturologues, de s'interroger sur ce que cette/ ces situation(s) indui(sen)t du côté de la *mesure* du projet (formes et dimensions) et de sa conception.

### 3.4 Synthèse : Méthodologies de recueil et d'analyse

---

Partant de l'hypothèse que la situation de travail influe sur la pensée et l'action cognitive, nous avons défini 6 paramètres (l'espace, le temps, la phase, le nombre des acteurs, leurs spécificités, les moyens utilisés) qui nous apparaissent important pour spécifier notre question de recherche et pour cadrer notre méthodologie de recueil et d'analyse des données (cf. p. 137).

Dans notre cas, il s'agit d'étudier des processus de conception qui se déroulent dans le cadre de 1/ situations de **collaboration** 2/ entre différents acteurs qui conçoivent ensemble, 3/ à **distance** (espace) et 4/ de manière **synchrone** (temps), un projet architectural 5/ en phase esquisse grâce à 6/ différents outils dont les systèmes de visioconférence et de partage d'écran (étudiés dans le cadre de nos observations en agence) et le **Studio Distant Collaboratif** (étudié dans le cadre de nos expérimentations *en laboratoire* et *in situ*).

En observant, *in situ*, les architectes et leurs collaborateurs, nous cherchons à retracer un témoignage de leurs pratiques sous l'influence des outils de communication retenus. En réalisant des expérimentations en laboratoire avec des praticiens, nous contrôlons mieux le contexte dans lequel se déroule le processus de conception collaborative tout en respectant la validité écologique des situations observées.

La spécification de ces situations (*in situ* et en laboratoire) de conception architecturale collaborative distante et donc outillée passe, selon nous, par :

- 1/ l'identification des opérations cognitives mises en jeu lors de cette situation de conception en phase préliminaire,
- 2/ la caractérisation de ces opérations,
- 3/ l'implication de ces opérations cognitives sur le processus de la collaboration synchrone et distante en conception architecturale.

Pour ce faire, il est nécessaire d'observer la conception là où elle se déroule et lorsqu'elle s'effectue et non dans l'espace architectural déjà conçu qui n'en représente que la trace finale et ne signifie pas, à lui seul, toute la complexité opératoire de son processus de conception.

Ainsi, pour notre méthodologie qui est basée sur l'architecturologie appliquée et qui doit s'adapter à des situations d'expérimentation s'appuyant sur un même système d'assistance à la conception collaborative distance (le SDC), nous avons défini quatre étapes de traitement et d'analyse des données (cf. figure 33):

- 1/ préparation et conceptualisation,
- 2/ séquençage,
- 3/ retranscription et,
- 4/ analyse architecturologique.

Tel est notre premier apport dans le cadre de cette recherche qui s'insère dans le champ de l'architecturologie et de l'architecturologie appliquée.

L'objectif est de saisir le processus de conception « en train de se faire » par la restitution, le traitement et l'analyse de ces données *via* notre schème de codage fondé sur des concepts définis en architecturologie. Notre point de vue est qu'un travail de recherche utilisant les méthodes de l'architecturologie appliquée et se basant sur un cadre expérimental préconstruit se prête bien à la spécification des opérations complexes impliquant plusieurs acteurs travaillant à distance *via* une nouvelle interface numérique, celle offerte par le SDC.

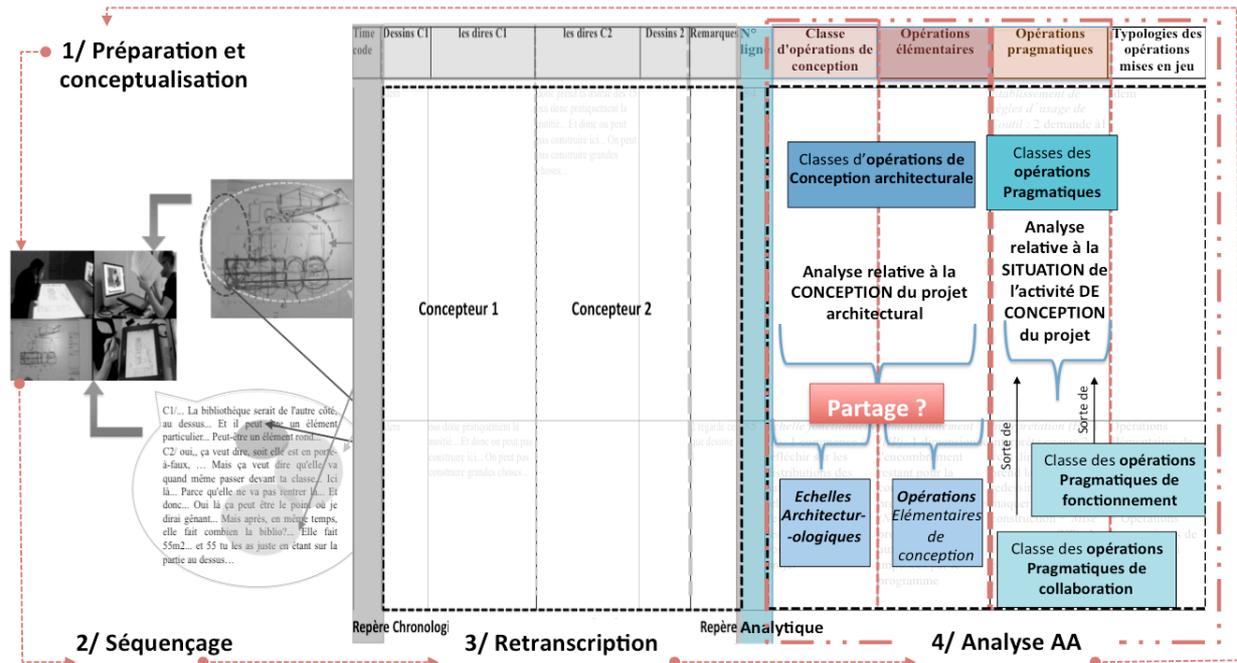


Figure 33 : Présentation de la méthode de traitement et d'analyse des données

Pour la définition plus précise de notre schème de codage, nous distinguons, d'un point de vue architecturologique, les opérations de la conception architecturale, des opérations de la construction de la situation dans laquelle est conçu le projet. Cette distinction a été prise en compte dans nos trames d'analyse et a permis de poser clairement un nouveau concept déterminant pour la suite de nos analyses : celui de la situation et des opérations qui y sont liées, ces opérations seront dites *pragmatiques*.

Nous intégrons ces concepts dans nos analyses architecturologiques dans l'objectif de les identifier, de les définir et de les spécifier.



# Chapitre 4

## Expérimentations *in situ* et en laboratoire

### Sommaire

---

<b>4.1</b>	<b>Expérimentation en situation réelle de conception architecturale .....</b>	<b>194</b>
4.1.1	Protocole expérimental et analyse .....	194
4.1.2	Exemple 1 : Cas de la conception du projet GOLF .....	196
4.1.3	Exemple 2 : Cas de la conception du projet URM .....	208
4.1.4	Synthèse.....	220
<b>4.2</b>	<b>Expérimentation en laboratoire de pratiques collaboratives en conception architecturale .....</b>	<b>222</b>
4.2.1	Protocole expérimental .....	222
4.2.2	Exemple 1 : Cas d'une conception d'une <i>école rurale</i> .....	224
4.2.3	Exemple 2 : Cas d'une conception d'un <i>hôtel de luxe</i> .....	242
4.2.4	Synthèse.....	252
<b>4.3</b>	<b>Synthèse : Méthodologie appliquée aux expérimentations.....</b>	<b>254</b>

---

Dans le chapitre précédent (Chap.3) a été présentée la méthode d'analyse architecturologique adoptée pour la détection de l'ensemble des opérations cognitives mises en jeu dans des situations de conception architecturale en collaboration distante et outillée. Cette méthode, nous l'avons utilisée pour analyser les différentes données issues des expérimentations présentées dans ce quatrième chapitre. Les deux sections qui composent ce chapitre décrivent deux expérimentations (4.1 et 4.2) dont l'objectif est l'analyse de pratiques collaboratives distantes en conception architecturale. Les protocoles expérimentaux spécifiques à chaque situation sont d'abord décrits, l'une se déroulant en agence d'architecture (4.1.1) et l'autre en laboratoire avec des architectes praticiens (4.2.2). Dans ces deux situations, un même outil d'assistance à la collaboration distante et synchrone est utilisé. Ensuite deux exemples d'analyse architecturologique, issus de ces deux expérimentations (4.1.2 ; 4.1.3 ; 4.2.2 et 4.2.3), sont donnés afin d'introduire les nouveaux concepts construits par cette recherche, et qui répondent à la question « comment la collaboration synchrone et distante intervient en et pour la conception architecturale ? ». Une synthèse permet de lister les différents concepts qui seront par la suite spécifiés dans le chapitre 5 de ce présent travail (4.3).



## 4.1 Expérimentation en situation réelle de conception architecturale

---

### 4.1.1 / Protocole expérimental et analyse

#### 4.1.2 / Exemple 1 : cas de la conception du projet GOLF

- ✓ 4.1.2.1 / Identification des échelles de conception
- ✓ 4.1.2.2 / Opérations cognitives de la conception collaborative
  - Opérations élémentaires de conception
  - Quelques opérations pragmatiques de collaboration

#### 4.1.3 / Exemple 2 : cas de la conception du projet URM

- ✓ 4.1.3.1 / Identification des échelles de conception
- ✓ 4.1.3.2 / Opérations cognitives de la conception collaborative
  - Opérations élémentaires de conception
  - Quelques opérations pragmatiques de collaboration

#### 4.1.4 / Synthèse

---

#### 4.1.1 Protocole expérimental et analyse

Cette section présente les dispositifs d'observation mis en place dans une agence d'architecture multi-sites (*cf.* 3.2.2 p. 76) utilisant le SDC comme moyen d'échanges et de collaboration pour la conception de projets en phase esquisse.

Dans ce cadre, nous nous sommes exclusivement focalisés sur les enregistrements vidéo concernant les réunions distantes *via* le SDC pour la conception de deux projets :

- Le premier projet, appelé GOLF, concerne la conception d'une quarantaine de logements privés en phase APS,
- Le deuxième, nommé URM, concerne la conception d'un bâtiment d'urgence et de réanimation en phase concours.

L'étude architecturologique appliquée à ces situations réelles de conception *in situ* a pour objectif principal l'analyse des implications d'un travail collaboratif sur les *opérations* mises en jeu de la conception architecturale (Lecourtois et *al.*, 2009 b).

Pour l'analyse de ces données, nous avons dans un premier temps noté les principales échelles architecturologiques mises en jeu par le dessin et la parole, marquant ainsi les différentes séquences de la conception impliquées dans ces échanges. Ensuite nous avons cherché à identifier les différentes opérations mises en œuvre (*cf.* Annexe 7 – Chap. 4).

Cette analyse prend la forme d'un tableau<sup>34</sup> constitué de six colonnes dans lesquelles sont indiqués (*cf.* tableau 23):

---

<sup>34</sup> Tous les enregistrements accumulés au cours de cette expérimentation *in situ* (7 vidéos) ont été analysés d'un point de vue architecturologique dans le cadre de notre étude et ils ont été traités sous la forme de tableaux. Seuls les tableaux qui concernent les réunions à distance *via* le SDC (3 réunions) sont présentés dans cette thèse. Le reste des analyses est mis en annexe pour ne pas brouiller la lecture des résultats mis en avant dans ce chapitre.

1. la date et la durée de l'enregistrement ainsi que la nature de la réunion (si celle-ci se déroule en présence ou à distance, outillée ou pas par le SDC) : cette identification de la situation dans laquelle se déroule la réunion permet d'affiner notre recherche quant à la différence entre une réunion en présence et une autre à distance ;
2. le nombre de collaborateurs participant à la réunion de travail ainsi que leur emplacement géographique et leur rôle au sein de l'agence : pour identifier les acteurs et identifier les implications de ces critères sur la construction d'un référentiel opératif commun ;
3. l'objet de la réunion défini en amont par les coordinateurs du projet : pour lister les attentes et les objectifs fixés et partagés par les collaborateurs ;
4. les documents utilisés par les différents concepteurs comme support d'échange : pour identifier les différentes représentations graphiques qui sont partagées par les collaborateurs pour penser ensemble les *mesures* du projet ;
5. les principales échelles architecturologiques utilisées et partagées par les concepteurs lors de la réunion, selon un ordre chronologique ;
6. la manifestation de ces échelles dans les cas étudiés.

Représentations graphiques  
partagées par les collaborateurs  
pour penser le projet

→ Classes d'opérations de conception  
relatives à des domaines de référence

DATE	NOMBRE DE COLL.	OBJETS REUNION	DOCS UTILISES	ECHELLES AA PRINCIPALES	OBSERVATIONS
<b>Date</b> Durée (mn) Réunion en Présence/à distance Avec/sans SDC	Toulouse Nb COLL. ----- Bruxelles Nb COLL.	Objectifs fixés et partagés par les collaborateurs	--Plan masse --Images --Plans -- Coupes	Ech. de niveau de conception Echelle de représentation Echelle sémantique Echelle.....	Remarques sur la manifestation de ces échelles dans le processus

**Tableau 23 : Identification des principales échelles architecturologiques définissant les diverses opérations de conception mises en jeu**

Dans un deuxième temps, des analyses plus spécifiques ont été effectuées sur un choix d'échantillons qui concernent les réunions réalisées à distance *via* le SDC.

L'analyse de ces échantillons s'est déroulée en deux temps :

**1\_** La première analyse consiste à identifier les *séquences de conception* définissant chaque réunion en détectant les principales *classes d'opérations de conception* mises en jeu dans le cadre de ces collaborations. L'identification de ces *échelles* a pour objectif d'éclairer les mécanismes cognitifs de conception issus de ces collaborations *via* le SDC, présentés dans nos résultats (*cf.* Chap.5).

**2\_** La deuxième analyse concerne l'identification des différentes opérations de conception mises en jeu et partagées par les concepteurs pour collaborer à distance *via* le SDC. Cette analyse nous permet de définir et de caractériser de nouvelles opérations cognitives spécifiques à ces situations particulières de collaboration.

Deux exemples d'analyse architecturologique appliquée à deux échantillons, issus de réunions à distance en agence, sont ci-après présentés. Les conclusions de cette étude listent un certain nombre d'opérations cognitives participant à la collaboration qui sont détectées et définies grâce à notre méthode d'analyse architecturologique, présentée plus haut (cf. Chap. 3, p. 173).

#### 4.1.2 Exemple 1 : Cas de la conception du projet GOLF

Notre exemple 1 est une réunion qui s'est déroulée à distance, *via* le SDC, autour du projet GOLF, entre deux architectes de l'agence : l'un se trouvant à Toulouse et l'autre à Bruxelles. L'objet de cette réunion est de discuter l'implantation et l'insertion d'une quarantaine de maisons dans le site. Pour ce faire, les deux concepteurs échangent, *via* le dessin et la parole, des informations utiles qui concernent le terrain et sa topographie (cf. Annexe 7 – Chap 3).



**Figure 34 : Partage de document graphique sur lequel travaillent les deux concepteurs.**

##### 4.1.2.1 / Identification des échelles de conception

Les concepteurs partagent un fond de plan qu'ils annotent tout au long du processus et sur lequel sont présentées les courbes de niveaux qui forment la pente du terrain et les différentes voies de circulation qui l'entourent. Ainsi des annotations, des croquis et des échanges oraux sont produits par lesquels les deux concepteurs construisent une réflexion commune et partagée autour de l'insertion du projet et du programme dans le site. Cette réflexion relève de ce que nous désignons en *architecturologie* « *échelle géographique* » et « *échelle fonctionnelle* ».

- L'*échelle géographique*<sup>35</sup> consiste en une *classe d'opérations de conception* par laquelle sont données des *mesures* à une partie ou un tout de l'espace architectural, relativement à des considérations sur l'orientation, les propriétés et la géographie du terrain (Boudon et al., 2000).

**Exemple :** insertion des maisons relative à la géographie du terrain

<sup>35</sup> *Echelle géographique* : (Boudon et al., 2000, p. 173) : *Inform*er, de quelque manière, les mesures d'une partie ou d'un tout de l'espace architectural à partir de considérations sur l'orientation des points cardinaux, la situation et le modèle du terrain, les données climatiques, etc.

→ Échelle géographique

C2- Et au niveau du terrain, nous avons une pente sur toute cette partie ici, il y a une cassure là... (*dessin*)

C1- Et les courbes de niveaux, c'est tous les 50cm ?... et alors on a 4.50m... C'est haut...

C2- C'est pour ça que le but serait d'avoir des maisons en deux étages avec un accès en partie haute... (*dessin*)

- L'échelle fonctionnelle<sup>36</sup> consiste en une classe d'opérations de conception par laquelle sont données des mesures, à une partie ou un tout de l'espace architectural, relatives à son usage et ses fonctionnalités (Boudon et al., 2000).

Exemple : aménagement du terrain relatif au programme donné → Échelle fonctionnelle

C2- Il parle d'une densité d'une quarantaine de maisons...

C1- Parce qu'il est peut-être pensable de descendre par exemple par ce chemin et de retrouver quelque chose de cette nature-là (*dessin*) ... quitte à ce que le parking soit là...

Ici, l'« échelle géographique » et l'« échelle fonctionnelle » permettent de décrire des classes d'opérations cognitives du projet qui peuvent avoir des rôles distincts, selon la séquence qui compose le processus de conception. En effet, lors de cette réunion, les concepteurs commencent d'abord par s'intéresser à la forme du terrain (*cf.* figure 35, soulignage en trait continu) et au programme qui doit y être inséré (*cf.* figure 35, soulignage en tirets) et cela en rapport avec l'objectif qui a été fixé en amont. Ces deux classes d'opérations de conception, mises en jeu dès le début de la réunion, sont alors appelées des échelles initialisantes<sup>37</sup> pour la conception du projet architectural.

Par ailleurs, tout au long du processus, on voit que la mise en œuvre d'une de ces échelles suscite l'autre (*cf.* figure 35). Une relance mutuelle de ces deux échelles les rend indissociables. Nous parlons ici de codétermination<sup>38</sup> comme mode de relation entre l'« échelle fonctionnelle » et l'« échelle géographique » (Boudon et al., 2000). La première est considérée comme échelle principale<sup>39</sup> de la séquence issue de ce

<sup>36</sup> *Echelle fonctionnelle* : (Boudon et al., 2000, p. 168) : « Donner de la mesure d'une partie ou une totalité de l'espace architectural en correspondance à quelque élément extérieur qui en règle la destination, l'utilisation, ou l'adapte à un usage ».

<sup>37</sup> *Echelles initialisantes* : (Boudon et al., 2000) sont les domaines de références par lesquels le concepteur initialise le travail de conception.

<sup>38</sup> *Codétermination* : (Boudon et al., 2000, p. 200) : « On peut envisager une différence entre surdétermination et codétermination en ce que l'une est synchronique et l'autre diachronique. La relance devient une relation de nécessité dans le processus ».

<sup>39</sup> *Echelles principales* : (Boudon et al., 2000) : sont les domaines de références que le concepteur utilisent à plusieurs reprises dans son travail de conception pour décider de certaines mesures du projet.

processus de conception, c'est-à-dire qu'elle apparaît le plus souvent dans ce processus. La deuxième échelle structure le travail de conception lors de cette réunion. La géographie du site prend ici une grande importance pour penser le projet et lui donner des *mesures*.

C1- Le sud est par là ???  
 C2- Oui, Tout à fait, c'est ça...  
 C1- Ok  
 C2- Et au niveau du terrain, nous avons une pente sur toute cette partie ici, il y a une cassure là... (*dessin*)  
 C1- Et les courbes de niveaux, c'est tous les 50cm ? Échelle géographique  
 C3- Oui...  
 C2- Je pense oui.  
 C1- Affirmatif, me dit-on... et alors on a 4.50m...C'est haut...  
 C2- C'est pour ça que le but serait d'avoir des maisons en deux étages avec un accès en partie haute... (*dessin*)  
 C1- Mais est-ce que tu ne ferais pas des maisons comme par exemple Mario Botta qui avait fait des maisons que je schématise là... Mais je ne vois pas ce que je dessine, ça c'est chiant... qui avait fait... (*dessin*) Échelle de représentation  
 C2- Ah oui oui je vois Échelle de modèle  
 C1- Ou là on a un terrain qui monte comme ça (*dessin*) et alors ça te permettrait d'avoir un minimum de zones enterrées et aussi d'avoir des ouvertures ... Mais ça devient de l'architecture... mais sinon tu as un problème d'accès qui est évident ... Échelle géographique / échelle fonctionnelle  
 C2- Oui, d'autant qu'au niveau des deux voies d'accès, il y en a une qui est celle-ci (*dessin*) et l'autre (*dessin*)...  
 C1- Et non, j'imagine l'autre carrément tout en haut.  
 C2- Non on s'était dit que ce n'était peut-être pas nécessaire  
 C1- Non, parce que d'un côté tu pourras imaginer qu'on puisse rentrer d'en bas, et de l'autre côté tu rentres d'en haut. ← Échelle fonctionnelle  
 C2- Tout à fait, d'autant lui (*mo*) ce qui souhaitait c'était que toute cette zone-ci soit traitée plutôt en jardin avec ici une piscine.  
 (*Silence*) a dessine et b regarde .... c observe mais ne participe pas encore au dialogue....  
 C1- Bon, quelque chose comme ça... Ça fait un peu trop toboggan, mais bon, c'est pas grave... c'est plus une coupe schématique... ← Échelle de représentation  
 C2- Oui, car c'est un peu moins raide que ça  
 C1- Mais là tout de suite tu vas te retrouver avec un souci majeur. Tu as déjà 4m de reprise. Ou bien, tu fais des cascades artificielles et tu remontes le haut (*dessin*), mais les aménagements du terrain ne sont vraiment pas évidents. ← Échelle géographique / Échelle fonctionnelle  
 C2- Cette zone-là était plus douce à peu près (*dessin*). Il (*mo*) voulait encore avoir deux points d'eau...

Figure 35 : Exemple d'une analyse architecturologique d'une séquence de conception ((cf. Annexe 7 – Chap 3)

D'autres échelles sont mises en œuvre pendant cet échange (cf. figure 35), mais seule l'« échelle géographique » est considérée comme *échelle structurante*<sup>40</sup> pour la conception de ce projet architectural.

<sup>40</sup> *Echelles structurantes* : (Boudon et al., 2000) : sont les domaines de références par lesquels le concepteur structure son travail de conception en considérant que telle échelle architecturologique est d'une importance majoritaire pour penser le projet relativement à toutes les autres.

Par exemple, lorsque les deux concepteurs s'interrogent et réfléchissent ensemble sur l'implantation, la forme et l'orientation des maisons par rapport à la topographie du terrain, l'un d'eux construit une coupe schématique du terrain sur laquelle il installe une maison. Cette opération cognitive est nommée *opération élémentaire de positionnement* par laquelle le concepteur installe son projet dans son contexte relativement à l'*échelle géographique*. Au même moment, l'autre concepteur met en œuvre une *opération élémentaire de référencement* en inscrivant sur le plan une représentation graphique (une perspective) d'un modèle qu'il veut partager pour son exemplarité. Il propose de faire une typologie de maison à deux étages avec un accès en partie « haute » à la manière des maisons de *Mario Botta*.

Exemple : se référer à un autre projet pour l'insertion dans le site

C1- Mais est-ce que **tu ne ferais pas des maisons comme par exemple Mario Botta** qui avait fait des maisons que je schématise là... (*dessin en perspective*)

--> *Échelle de modèle*

C2- Ah, oui oui, je vois (*dessin en coupe*)

C1- Ou là on a un terrain qui monte comme ça et alors ça te permettrait d'avoir un minimum de zones enterrées et aussi d'avoir des ouvertures ...

Dans l'exemple de séquence ci-dessus, le concepteur se réfère à l'implantation et à l'organisation des maisons de Botta pour en construire une référence du projet. Il met ici en œuvre ce que nous appelons en architecturologie une « *échelle de modèle* »<sup>41</sup>, en vue d'appliquer une *référenciation*. Cette « *échelle de modèle* » fait l'objet d'un travail collaboratif par lequel les deux concepteurs construisent ensemble leurs modèles pour l'insertion du projet dans le site : cette échelle est partagée. Il n'en demeure pas moins que l'« *échelle géographique* » (partagée aussi) ordonne le système de pertinence qui définit ce processus tout en entraînant une multiplicité d'autres échelles, comme par exemple la mise en œuvre de :

1/ *l'échelle de modèle* et/ou *l'échelle de visibilité*<sup>42</sup> lorsque les concepteurs accompagnent cette réflexion d'une pensée relative aux vues offertes par la situation du terrain ;

2/ *l'échelle parcellaire*<sup>43</sup> lorsque les concepteurs tendent d'installer les quarante logements relativement aux limites de la parcelle ;

<sup>41</sup> *Echelle de modèle* : (Boudon et al., 2000, p. 177) : Concevoir l'espace en se référant à un modèle précis, celui de la maison de Mario Botta : Le concepteur s'inspire du nouveau modèle pour concevoir son espace. Dans ce cas, il ne reprend que sa forme.

<sup>42</sup> *Echelle de visibilité* : (Boudon et al., 2000, p. 174) : « Situer un objet ou une partie d'objet de telle manière qu'il soit vu d'un lieu, ou qu'il ait vue sur un lieu ou un ensemble de lieux, ou plus généralement constituer un point de vue dans l'espace réel ».

3/ *l'échelle économique*<sup>44</sup> en rentabilisant le terrain pour accueillir un maximum de maisons, etc.).

La mise en œuvre de toutes ces *échelles architecturologiques* est relative à *l'échelle géographique partagée*.

A ces *classes d'opérations de conception* s'ajoutent d'autres *échelles architecturologiques* marquant de nouvelles séquences de conception, qui visent à réfléchir à la taille du terrain d'accueil du projet relativement au positionnement des maisons, à leur typologie et à leur encombrement :

**Exemple A:** confronter l'espace représenté du terrain avec les mesures réelles des maisons

C3- Mais attend, est-ce que tu as vu la pente ?

C1- Oui je sais, c'est pour ça que je voudrais avoir une notion de la pente et savoir ce que ça représente.

C2- Cette pente-ci, prise en directe, est relativement importante.

C1- Mais si tu as besoin de 40 maisons ... ici, sur ce dessin, il y en manque la moitié...

C2- Je ne sais pas si les maisons sont à l'échelle ?

C1- Oui, oui. Les maisons sont à l'échelle ... et il te manque effectivement la moitié.

C2- Oui, mais je n'ai vraiment pas l'impression qu'elles sont exactement les-mêmes.

S'interroger ainsi relève, en *architecturologie*, de ce que nous nommons « *échelle cartographique* »<sup>45</sup> et « *échelle parcellaire* » puisque les deux concepteurs mettent en avant le besoin d'intégrer un repère de mesure graphique pour insérer l'ensemble du programme dans le site. Ce repère graphique leur permet d'une part d'ajuster l'encombrement des maisons relativement au terrain et d'autre part de réaménager le terrain relativement à l'organisation de ces maisons. Ces différences, qu'entraîne le niveau de représentation de la réalité au moyen d'une « *échelle cartographique* », définissent l'existence de différents niveaux de conception par lesquels les architectes se représentent l'espace architectural. Décider ainsi de *découper* l'espace de conception en sous-espaces suivant une pertinence donnée (telle qu'observée précédemment : donner

<sup>43</sup> *Echelle parcellaire* : (Boudon et al., 2000, p. 172) : « *Mettre en œuvre des mesures en utilisant les possibles permis par la taille, la forme et les limites du terrain donné à l'architecte* ».

<sup>44</sup> *Echelle économique* : (Boudon et al., 2000, p. 180) : « *Concevoir une partie ou un tout de l'espace architectural en relation avec leur coût, ou en se livrant à des jeux possibles d'échanges de coûts entre diverses parties de cet espace architectural* ».

<sup>45</sup> *Echelle cartographique* : (Boudon et al., 2000, p. 182) : « *Etablir le rapport d'une mesure dans l'espace de représentation à la mesure réelle qu'elle représente, en tenant compte d'un point de vue pertinent* ».

la *mesure* au projet relativement à la parcelle, la géographie, la fonctionnalité ou l'économie) relève d'une « *échelle de niveaux de conception* »<sup>46</sup>.

En résumé, la mise en jeu de toutes ces échelles architecturologiques permet de définir différentes séquences de conception et de décrire les manières dont le projet est pensé et conçu dans le cadre d'une collaboration *via* le SDC.

En effet, induites d'une réflexion commune autour de l'insertion du projet dans le site, toutes ces échelles sont dites « *collaboratives* » puisque partagées. L'*échelle géographique*, l'*échelle fonctionnelle*, l'*échelle de modèle*, l'*échelle de visibilité*, l'*échelle parcellaire*, l'*échelle économique*, l'*échelle cartographique* et l'*échelle de niveaux de conception* rassemblent, *via* le dessin et la parole, les deux concepteurs autour de différents points de vue permettant de donner de la *mesure* au projet architectural.

#### 4.1.2.2 / Opérations cognitives de la conception collaborative

Dans cet exemple, plusieurs « *échelles architecturologiques* » ont été détectées (telles que citées ci-dessus). Celles-ci ont été mises en œuvre et partagées par les deux architectes pour construire une réflexion commune autour de l'insertion du projet et du programme dans le site. Nous appellerons ces échelles partagées *échelles collaboratives*. « Quelles sont les *opérations élémentaires de la conception* relatives à chacune de ces *échelles collaboratives* mises en jeu dans cette réunion ? » est la question qui est traitée dans cette deuxième analyse. Pour ce faire, les cinq *opérations élémentaires de conception* définies en *architecturologie*, sont prises comme grille de lecture pour analyser les éléments constitutifs du projet. Nous verrons, par la suite, que ces mêmes opérations sont accompagnées d'autres opérations issues de la situation même de la collaboration distante outillée. Nous les nommerons dans ce cadre : les *opérations pragmatiques de collaboration*.

#### ✓ Opérations élémentaires de conception

##### Opération élémentaire de découpage :

Un des concepteurs marque, par un cercle, les zones dans lesquelles il suggère d'implanter des piscines, sans pour autant chercher à leur donner une forme. Il réalise ainsi un zonage sur une partie du plan visant à découper le projet (*échelle de niveaux de conception*) selon une pertinence qui, dans ce cas, concerne non seulement l'implantation de la piscine dans le terrain (*échelle géographique*) mais aussi l'organisation et l'aménagement même du terrain (*échelle fonctionnelle*) (cf. exemple p.194). En réaction, l'autre concepteur dessine une coupe par laquelle il s'intéresse uniquement à l'emplacement de ces piscines par rapport à la pente du

<sup>46</sup> *Echelle de niveaux de conception* : (Boudon et al., 2000, p. 184) : « *Découper, référencer, dimensionner la réalité à concevoir, du micro au macro, suivant le numéro de représentation dû à une échelle cartographique ou, plus généralement, découper l'espace de conception en sous-espaces de conception* ».

terrain (*échelle géographique*) et à leur utilisation (*échelle fonctionnelle*), sans tenir compte du reste du projet (par exemple, il n'évoque pas ici la position de ces piscines par rapport à celle des maisons).

Ce découpage peut donc être interprété comme procédant d'*échelles collaboratives*. Néanmoins, cette opération n'a pas été mise en jeu, graphiquement, par les deux concepteurs en même temps. Ce découpage pose la question du partage et de la possibilité même du partage des opérations *élémentaires de conception*. Si l'*échelle géographique* est ici collaborative, tout comme l'*échelle fonctionnelle*, il est difficile de dire que l'opération de *découpage* en soi est aussi partagée. Car elle est mise en œuvre uniquement par un des collaborateurs : l'un s'intéressant à l'organisation générale du projet, l'autre réorganisant les éléments relativement à l'emplacement des piscines sur le terrain.

Dans un autre moment de leur collaboration, les deux concepteurs réfléchissent oralement sur les différentes voies d'accès par rapport au terrain et à la disposition des maisons sur le site. Chacun propose oralement à son tour un endroit permettant d'accéder aux différentes maisons situées sur le terrain. L'un propose un accès par le bas, l'autre, en réaction à ce choix, interroge la possibilité d'un accès en partie haute du terrain. Les paroles expriment ici un *découpage*, physique et fonctionnel, non partagé par les deux concepteurs puisque l'un découpe le projet par rapport à la géographie du terrain et l'autre relativement à son aménagement. Ce découpage verbal s'appuie sur une *opération graphique* antérieure manifestée sur le fond de plan et qui correspond au positionnement des pavillons dans la parcelle (« *échelle parcellaire collaborative* »). Cette *opération de découpage*, via la parole, procéderait alors d'une « *échelle géographique* », d'une « *échelle fonctionnelle* » et d'une « *échelle parcellaire* ». Elle est ici surdéterminée mais elle n'est pas considérée comme étant collaborative puisqu'elle n'est pas partagée.

Issues de réflexions communes entre les deux collaborateurs, ces *échelles architecturologiques* sont considérées dans ce cas comme *collaboratives*. Néanmoins, l'opération même de *découper* le projet reste personnelle et mise en œuvre séparément par chacun des deux concepteurs, autant par la parole que par le dessin.

#### Opération élémentaire de dimensionnement :

Un des concepteurs dessine un plan schématique d'une typologie de maison et y inscrit :

- 1) une valeur approximative de la surface (environ 124 m<sup>2</sup>) et,
- 2) une *mesure* pensée relativement à la forme du terrain : c'est-à-dire, une hauteur qui correspond au dénivelé du terrain.

Nous avons là deux opérations de *dimensionnement* dites *graphiques*, puisque mises en œuvre par le dessin. L'une confère une mesure quantitative (surface

d'encombrement au sol : 124 m<sup>2</sup>) et l'autre une mesure qualitative (choix d'une forme relativement au nombre de maisons à insérer sur le terrain).

La mesure qualitative semble procéder de l'« *échelle géographique collaborative* ». Mais elle peut également être interprétée comme procédant d'une *échelle de visibilité* (préciser les hauteurs des maisons, tenant compte de la vue qu'elles offrent sur les Pyrénées) ou encore d'une *échelle économique* (rentabiliser le terrain pour accueillir le maximum de maisons).

Par ailleurs, ces opérations de *dimensionnement*, mises en œuvre graphiquement, sont accompagnées d'échanges oraux. Un des deux architectes propose oralement la conception de maisons à deux étages qui permettrait d'une part d'avoir un minimum de zones enterrées, et d'autre part de s'insérer dans la pente du terrain. Il inscrit ainsi une première mesure en rapport à la fonctionnalité même des maisons et une deuxième mesure pensée relativement à la forme du terrain.

Cette opération de *dimensionnement*, ici verbale, accompagne directement la construction graphique. Les opérations qui la concernent sont donc exactement les-mêmes que celles identifiées dans les traces. La première confère une mesure quantitative (maison à deux étages) et l'autre une mesure qualitative (choix d'une typologie de maison relativement à son insertion dans le terrain et aux vues qu'elle offre). Les mesures qualitatives et quantitatives procèdent toutes deux d'une « *échelle géographique* » et d'une « *échelle de visibilité* », mises en œuvre graphiquement et oralement. Ici paroles et dessins fonctionnent de concert pour la conception architecturale collaborative. Néanmoins, lorsque le concepteur parle oralement d'avoir « *la belle vue ici* », ce qui semblait procéder uniquement d'une *échelle de visibilité collaborative* peut être interprété comme procédant aussi d'une « *échelle socioculturelle* »<sup>47</sup> non partagée. En effet, par l'intermédiaire de ce point de vue, le concepteur redimensionne, oralement, la hauteur de la maison par rapport à ce qu'il estime, selon ses propres convictions, *comme « belle vue »* pour les futurs utilisateurs.

L'*opération élémentaire de dimensionnement* pose également, dans ce cas, la question de son partage.

#### *Opération élémentaire de référenciation :*

Dans un des exemples évoqués ci-dessus (*cf.* Exemple p. 193), un des concepteurs dessine une esquisse qui se réfère à une maison - réalisée par l'architecte *Botta* - en vue de partager autrement cette « *échelle géographique* ». Par cette esquisse, le concepteur construit une *référence* d'un modèle qu'il souhaite transmettre à l'autre concepteur. Reprendre ainsi un modèle en y opérant éventuellement des modifications relève, en effet, d'une *échelle de modèle*.

---

<sup>47</sup> Echelle socioculturelle : (Boudon et al., 2000, p. 176) : « Prendre en considération des conventions, des formes traditionnelles ou autres héritages socioculturels, pour donner forme et mesure à une partie ou un tout de l'espace architectural ».

Dans ce cadre, l'« *échelle géographique* » est *collaborative* mais l'« *échelle de modèle* » n'est pas, à cet instant du processus, partagée. C'est-à-dire qu'elle est proposée par l'un des concepteurs mais non réellement travaillée à deux. En effet, même si cette opération de *référenciation* est ici construite graphiquement en vue d'être collaborative, seul l'un des concepteurs construit cette *référence*. L'objectif de cette séquence de conception serait, pour les deux concepteurs, de construire un *référentiel opératif commun* (cf. p. 22) en vue de collaborer.

Par ailleurs, cette proposition graphique d'une typologie de maison à la manière de *Mario Botta* s'accompagne d'une phrase qui précise la forme de cette typologie : « *une maison à deux étages avec un accès en partie haute* ». Ainsi, le concepteur se réfère à l'implantation et à l'organisation des maisons de Botta pour en construire, graphiquement et oralement, une *référence* du projet. Il met en œuvre, oralement, ce que nous appelons en architecturologie une *échelle de modèle* en vue d'appliquer une *référenciation*. Cette *échelle* fait l'objet d'un travail oral collaboratif par lequel les deux concepteurs construisent ensemble leurs modèles.

Même si, à cet endroit, il semble que le modèle soit collaborativement construit par les mots alors que la trace graphique ne fait état que d'une manifestation de cette réflexion, l'*opération de référenciation*, reste ici non partagée parce qu'elle a été mise en œuvre par un seul des concepteurs.

#### *Opération élémentaire de positionnement :*

Les deux concepteurs réfléchissent ensemble à l'aménagement du site par rapport au programme imposé. A cet effet, un des concepteurs précise oralement le nombre de maisons à prévoir sur le site (cf. Exemple p. 194). Les deux collaborateurs décident alors de *repositionner* ces maisons sur le terrain relativement à une *échelle économique collaborative* pour rentabiliser au maximum l'encombrement du projet dans le site.

En réaction, l'autre concepteur pense à l'implantation du parking par rapport à celle des quarante maisons à insérer dans le terrain. En repositionnant la place du parking par rapport au projet, les deux architectes *positionnent* aussi le chemin qui serait parcouru par les futurs utilisateurs entre ces maisons et le parking. Penser ainsi l'aménagement du terrain relève ici d'une « *échelle fonctionnelle* » qui semble être partagée, et donc, dite *collaborative*.

Dans ce cadre, l'un propose de mettre un accès central du parking qui permettrait de distribuer les différents chemins menant vers les maisons. Pour ce faire, il positionne graphiquement l'emplacement de cet accès sur le fond de plan en dessinant un cercle au centre, avec une flèche. Par cette trace graphique, il ne réalise pas seulement un zonage sur une partie du plan visant à *découper* le projet relativement à l'implantation des accès sur le terrain (*échelle géographique*) mais aussi l'organisation et l'aménagement même du terrain (*échelle fonctionnelle*). Il met aussi en œuvre une opération de *positionnement* par laquelle le concepteur

positionne l'accès au parking relativement à l'emplacement des maisons. Ce positionnement peut donc être interprété comme procédant de cette *échelle fonctionnelle collaborative*. Néanmoins, cette opération n'a pas été mise en jeu, graphiquement, par les deux concepteurs.

L'autre concepteur réagit oralement et propose de séparer les accès en *positionnant* un au niveau haut du terrain pour accéder aux maisons et un autre au niveau le plus bas pour accéder au parking. Son objectif est de séparer les flux des riverains de ceux des véhicules. Les paroles expriment ici une autre *opération élémentaire de positionnement*, physique et fonctionnelle, non partagée par les deux concepteurs. Ce positionnement verbal s'appuie sur une *opération graphique* antérieure manifestée sur le fond de plan et qui correspond au positionnement des maisons sur le terrain (« *échelle parcellaire collaborative* »). Tout comme *l'opération de découpage*, ci-dessus citée, cette *opération de positionnement* procéderait alors d'une « *échelle fonctionnelle* » et d'une « *échelle parcellaire* » *collaboratives*. Cette *opération de positionnement* est ici aussi surdéterminée.

Il est difficile de dire, néanmoins, que le *positionnement* en soi est de l'ordre de la collaboration. Cette opération est ici personnelle et mise en œuvre, oralement et graphiquement, différemment par chacun des deux collaborateurs.

#### Opération élémentaire d'orientation :

Un des concepteurs dessine une coupe schématique d'une maison s'insérant dans un terrain en pente et y inscrit une flèche indiquant la vue qu'il est possible d'avoir en orientant ainsi le projet. Nous avons là une opération d'*orientation graphique* car mise en œuvre par le dessin. Cette opération participe à la définition d'une mesure quantitative (en inférant une hauteur à la maison permettant d'avoir une vue particulière) et l'autre une mesure qualitative (en choisissant une orientation permettant au projet de s'insérer à la pente du terrain). La mesure qualitative semble procéder de l'*échelle de visibilité*, tandis que la mesure quantitative semble procéder de l'*échelle géographique*.

Par ailleurs, cette *opération d'orientation*, mise en œuvre graphiquement, est aussi accompagnée d'échanges verbaux. Un des deux architectes propose oralement les maisons de telle sorte qu'il y ait un maximum d'ouvertures et un minimum de zones enterrées. Il inscrit ainsi une troisième mesure en rapport à la fonctionnalité même des maisons (*échelle fonctionnelle*). Cette opération d'orientation ici verbale accompagne directement la construction graphique. Les opérations qui la concernent sont donc exactement les mêmes que celles identifiées dans les traces. La première confère une mesure quantitative (maison avec beaucoup d'ouvertures) et l'autre une mesure qualitative (choix d'une typologie de maison tenant compte de l'orientation du terrain).

Ainsi, ces mesures qualitatives et quantitatives, issues d'opérations d'*orientation*, procèdent des trois échelles *géographique*, *fonctionnelle* et *de visibilité*, mises en œuvre graphiquement et oralement. Ici paroles et dessins sont utilisés ensemble

permettant la conception architecturale collaborative. Néanmoins, l'*opération élémentaire d'orientation* pose, également dans ce cas, la question de son partage. En effet, chacun des concepteurs oriente différemment le projet, même s'ils réfléchissent ensemble et collaborent, graphiquement et oralement, tout au long de cette réunion pour insérer le projet dans le site.

Toutes ces opérations élémentaires qui ne paraissent pas être partagées sont mises en jeu au cours du processus de conception. D'autres opérations cognitives interviennent également dans les séquences décrites ci-dessus mais ne portent pas, du moins directement, sur des opérations de *mesure* du projet à concevoir.

Ces opérations cognitives, que nous avons détectées ici, portent sur la collaboration entre les différents concepteurs et prennent une importance non négligeable dans le processus de conception. Nous en listons ici certaines, qui nous ont parues importantes à valoriser dans nos résultats car elles sont liées à la situation dans laquelle est conçu le projet architectural.

#### ✓ Quelques opérations pragmatiques de collaboration

##### *Opérations pragmatiques d'interprétation*

Dans cet exemple, une séquence issue du processus de conception est particulièrement concernée par des interprétations multiples. Un des concepteurs énonce oralement le programme prescrit par le maître d'ouvrage. Les mots qu'il utilise à cet effet motivent l'interprétation et participent à l'évolution du processus de conception. Tandis que ce même concepteur traduit ses propres mots dans des traces graphiques, l'autre concepteur joue le même rôle en inscrivant sa propre interprétation sur le fond de plan. Cette séquence de conception marque une collaboration à deux mains qui manifeste des *opérations d'interprétation* purement personnelles mais visuellement partagées puisque deux dessins distincts en découlent.

Puis, par la construction de représentations graphiques, les concepteurs mettent en œuvre un mécanisme d'interprétations mutuelles. Chacun interprète à sa manière dans cette séquence, l'idée d'une « *échelle géographique* ». En effet, l'un trace une coupe du terrain, l'autre une référence (« maison à la Botta »).

Cette distinction interprétative d'une même *échelle* de la conception conduit à des productions graphiques qui motivent des réactions mutuelles. Ces réactions mutuelles conduisent à faire appel à ses références, connaissances et souvenirs pour interpréter le dessin de l'autre.

L'opération d'*interprétation* assure un ajustement continu entre les deux architectes, au cours du processus de collaboration. Cet ajustement se traduit par la *conscience mutuelle* du groupe qui n'est pas figée et évolue tout au long du processus collectif. Cette *conscience mutuelle* participe elle-même à faciliter les interactions relatives au contexte social, aux tâches et contributions de chacun au

sein du processus et à l'activité de conception au sein du groupe (cf. 1.1.1.1, p. 21). Ces opérations d'interprétation motivent la conception architecturale collaborative et participent à la formation de nouvelles représentations collaboratives.

#### Opérations pragmatiques de mise en commun

Lors de différentes séquences de la conception, les concepteurs posent oralement des questions et échangent des avis concernant le programme et certaines propriétés géographiques du projet. Ces deux formes différentes de dialogue marquent ici une *mise en commun* permettant aux collaborateurs de s'accorder sur certaines informations qui concernent, directement ou indirectement, la conception du projet architectural.

Cette opération pragmatique, mise en jeu par la parole, ne concerne pas seulement des décisions d'ordre *géographique*, mais également *fonctionnel*, *technique*, *socioculturel*, *optique*, etc. concernant le programme et certaines propriétés géographiques du projet.

La *mise en commun* verbale participe donc à la définition et à la construction d'un *référentiel opératif commun* (cf. 1.1.1.1, p. 22) autour du contexte du projet. A travers ces échanges oraux, chacun cherche des indices de compréhension tout en s'assurant de la pertinence des indices qu'il communique aux autres.

L'opération *de mise en commun* permet d'ajouter et d'apporter des informations qui peuvent opérer directement sur l'objet à concevoir. Dans notre extrait, nous avons aussi détecté des manières dont cette classe d'opérations pragmatiques pouvait être mise en jeu *via* le dessin dans le processus de conception. Par exemple, un des concepteurs dessine une flèche sur la planche graphique pour indiquer le Nord. Par cette indication, il propose à son interlocuteur de construire une référence géographique commune.

L'ensemble de ces indications permet de préciser la communauté des informations indispensables à la collaboration.

Cette *mise en commun* paraît donc indispensable à toute forme de collaboration graphique et/ou orale. Sans elle, les interlocuteurs ne peuvent partager de *référentiel opératif commun*.

#### Opérations pragmatiques d'évaluation

Une des séquences pointe une situation d'échange particulière qui donne un rôle disjoint à chaque concepteur. Tandis que l'un fait des propositions, l'autre évalue et critique. Le jeu verbal porte sur l'évaluation des idées.

Cette opération d'*évaluation* ne passe que par la parole et ne peut être dite collaborative car elle n'est pas partagée (l'un propose et l'autre évalue). Cette opération semble être induite de la situation de conception observée : l'un des concepteurs présente le projet, l'autre réagit.

Les concepteurs, *via* ces critiques et ces évaluations, émettent leurs avis sur ce qui est exposé et partagent ainsi leurs points de vue, ce qui participe à la *synchronisation cognitive* entre les collaborateurs. Cette *synchronisation cognitive* est nourrie par différentes évaluations mutuelles de négociations et de réajustements des points de vue entre les concepteurs (*cf.* 1.1.1.1, p. 20).

#### Opérations pragmatiques d'autonomisation

Dans l'exemple cité plus haut pour illustrer la mise en œuvre des *opérations d'interprétation*, nous avons observé que chacun des deux architectes dessinait de manière autonome deux points de vue différents du projet. Ces deux interprétations distinctes d'une même proposition exposée par l'un des architectes permettent à chacun des collaborateurs de penser le projet de manière plus singulière, relative à des pertinences, références et connaissances qui leur sont propres. Ceci peut être considéré comme une *opération d'autonomisation*.

Cette opération d'*autonomisation* a été suivie d'une opération de *mise en commun* et d'une opération d'*interprétation* par lesquelles chaque architecte expose et interprète sa proposition graphique (esquissée sur le même plan) à l'autre. Ils mettent ainsi en commun les informations retenues et réinterprétées par chacun d'eux. C'est à partir de là que les deux concepteurs se remettent à travailler ensemble sur une *classe d'opérations collaboratives*, relative à l'insertion du projet dans le site.

#### Opérations pragmatiques de découpage

Cette réunion se conclut par un découpage relatif aux tâches de chacun pour poursuivre la conception du projet architectural. Cette *classe d'opérations pragmatiques* a été mise en jeu relativement aux rôles de chacun dans le processus. L'objectif de ce découpage est principalement l'économie de temps relative aux coûts de production des études dans le cadre de ce projet.

### 4.1.3 Exemple 2 : Cas de la conception du projet URM

Notre exemple 2 est une réunion qui s'est déroulée à distance, *via* le SDC, autour du projet URM, entre trois architectes de l'agence et deux ingénieurs d'un bureau d'études externe. L'objet de cette réunion est la mise en sécurité d'un projet hospitalier, en phase concours, et la résolution de points techniques liés à sa fonctionnalité. Les deux architectes, associé responsable (AR) et concept designer (CD), se trouvant à Bruxelles échangent, oralement et graphiquement, des informations sur le projet avec le directeur de projet (DP) et les deux ingénieurs qui se trouvent à Toulouse (*cf.* figure 36).

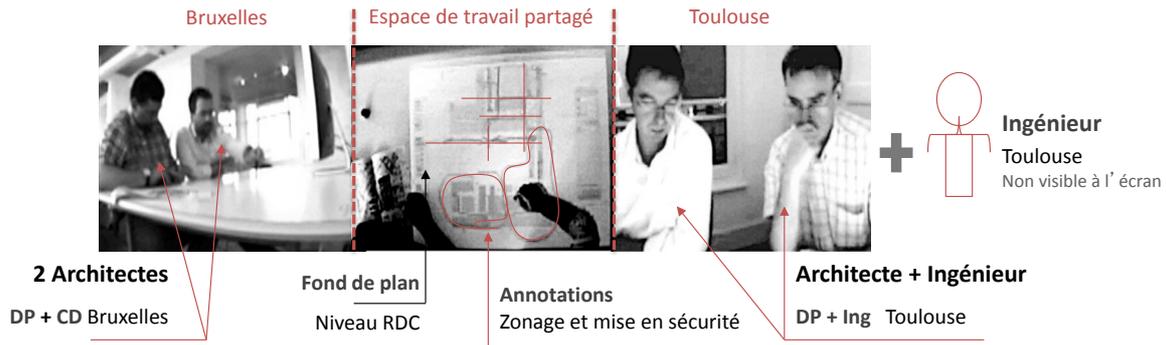


Figure 36 : Situation de travail collaboratif entre architectes et ingénieurs pour la mise en sécurité du projet

#### 4.1.3.1 / Identification des échelles de conception

Les collaborateurs partagent plusieurs fonds de plan qu'ils annotent tout au long du processus et sur lesquels sont représentés les différents niveaux qui forment le projet hospitalier et les voies de circulation qui l'entourent. Ainsi (tout comme le projet Golf) des annotations, des croquis et des échanges oraux sont produits, par lesquels les concepteurs construisent une réflexion commune et partagée autour de l'aménagement et de la mise en sécurité du projet, de ses zones et de ses circuits. Cette réflexion relève de ce que nous désignons en *architecturologie* « *échelle technique* » et « *échelle fonctionnelle* ».

- L'*échelle technique* consiste en une *classe d'opérations de conception* par laquelle sont données des *mesures* à une partie ou un tout de l'espace architectural relativement à des considérations d'ordre technique (Boudon et al., 2000).

**Exemple : zonage du projet relatif à sa mise en sécurité**

AR - tu as deux zones U10 principales, dont une zone-là qui fait 1000m<sup>2</sup> et l'autre zone bien au-delà... (*dessin*)

Ig2 - oui, on ne peut pas dépasser les 1000m<sup>2</sup> dans une U10...

AR- donc, est-ce qu'on ne pourrait pas imaginer une 3<sup>ème</sup> zone U10 dans cette partie là ? (*dessin*)

Ig2- et si on fait un recoupement coupe-feu là, (*dessin*) il n'y a pas de soucis, sachant qu'il ne pourrait pas y avoir de l'hébergement là-dedans ... → **Échelle technique**

AR- non, il n'y en a pas et il n'y en aura jamais ...

- L'*échelle fonctionnelle* consiste en une *classe d'opérations de conception* par laquelle sont données des *mesures* à une partie ou un tout de l'espace architectural relativement à son usage et ses fonctionnalités (Boudon et al., 2000).

**Exemple : aménagement du terrain relatif à la création d'un nouvel accès technique**

CD - en gros, on a la voie « pompier » qui est par là, et la pente de 10% qui commence ici... et là on peut imaginer l'accès technique par là... (dessin)

AR- Mais le problème c'est qu'on ne peut pas avoir un accès ici puisqu'on a la galerie qui relie avec la partie Gériatrie... est-ce qu'on ne peut pas imaginer un accès plutôt de ce côté-ci ? (dessin) ...

Ig2- le principal c'est qu'il faut que cet accès puisse aussi accueillir des véhicules grands formats autant en hauteur qu'en largeur ... donc oui c'est possible ...

AR- Il faut juste qu'on regarde l'organisation des locaux, pour faire l'accès logistique par là ... → *Échelle fonctionnelle*

Ces deux échelles permettent de décrire, dans ces exemples, des classes d'opérations cognitives considérées comme *échelles initialisantes* pour la conception du projet architectural (cf. Annexe 4 – Chap 3). En effet, lors de la réunion, les différents concepteurs s'intéressent d'abord, et principalement, à la mise en sécurité et au bon fonctionnement du projet tels que fixés en amont dans l'objectif de cette rencontre.

Par ailleurs, l'« *échelle technique* » est ici *dominante* puisqu'elle agit sur l'ensemble des pertinences en jeu (Boudon et al., 2000). Elle peut ne pas concerner directement la totalité des décisions prises lors de la réunion, mais elle est régulièrement sollicitée comme paramètre d'explication globale pour les différents choix pris par les concepteurs.

A ces *classes d'opérations de conception* s'ajoutent d'autres *échelles architecturologiques* marquant de nouvelles *séquences de conception*, tout en tenant compte de l'« *échelle technique* ».

**Exemple : se référer à un document externe pour vérifier la réglementation en vigueur pour un bâtiment ERP et valider ainsi l'emplacement des circulations verticales :**

AR- nous, ce qui nous intéresserait, c'est d'avoir une issue de secours au bout de chaque unité, et de retrouver ici un autre escalier ... est-ce qu'on peut traverser cette zone U10 pour aller chercher cet escalier là ?

Ig1 - tu peux la traverser, mais je vais quand même chercher le texte pour vérifier... → *Échelle de modèle*

Ces *échelles architecturologiques* permettent de définir différentes séquences de conception, portées par une réflexion commune autour des contraintes techniques et de la mise en sécurité du bâtiment hospitalier. Ces *échelles* sont «*collaboratives*» c'est à dire partagées. Elles rassemblent, *via* le dessin et la parole, des architectes et des

ingénieurs qui partagent différents domaines de référence (cf. tableau 24). Ces échelles sont (de façon non exhaustive):

- l'échelle géographique : dimensionner et positionner les différentes voies de circulation qui entourent le bâtiment relativement aux dénivelés qui forment le terrain.
- l'échelle de voisinage : repositionner la logistique des fluides relativement à l'alimentation du voisinage
- l'échelle parcellaire : positionner les différents accès (logistique, pompiers et ambulances) relativement aux limites de la parcelle.
- l'échelle économique : penser à redimensionner certains espaces pour optimiser et limiter le coût de l'emprise au sol du projet.
- l'échelle d'intégration : repositionner les accès du projet relativement aux plateformes pompiers qui sont préalablement figées dans le plan d'aménagement de la zone urbaine.
- l'échelle cartographique : établir un rapport de mesure entre l'échelle du fond de plan partagé via le SDC et l'échelle du document personnel de chaque concepteur.
- l'échelle de niveaux de conception : découper le projet selon les zones de mise en sécurité, les étages et les accessibilités du projet.
- l'échelle globale : positionner et redimensionner les différentes circulations (intérieures et extérieures ; verticales et horizontales) relativement au fonctionnement global du projet.

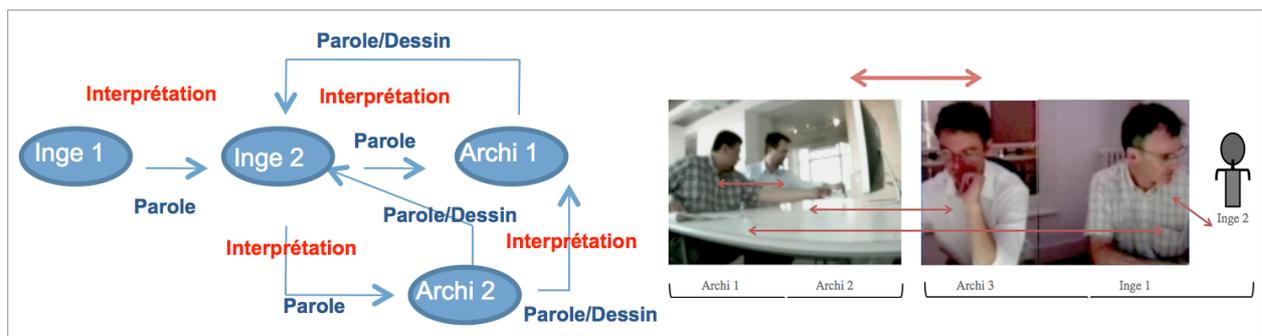
DATE	NOMBRE DE COLL.	OBJETS REUNION	DOCS UTILISES	PRINCIPALES Echelles AA [Boudon, 2000]	OBSERVATIONS
URM 23/06 (85 mn)  Réunion à distance SDC	5 COLL.  (Bruxelles) - CD - DP  (Toulouse) - AR - 2 Ingénieurs ( Bureau d'étude extérieur)	- Mise en sécurité du projet étage par étage  ----- - Accès du projet: • principale • logistique • pompier • ambulances ----- - Circuits du projet : • Reprise de la localisation de la passerelle • Réorganisation du projet pour l'aménagement d'une zone technique  ----- - Assurer la liaison : entre les zones et leurs locaux techniques concernés  ----- -Dispatching des tâches en fin de réunion	-- Plans des différents étages du projet  -- Documents posés sur la table par AR ( plan de chaque étage + plan masse) *pour prise de notes *(au même moment où le DP dessine sur la table)	<i>Ech. de niveau de conception</i> →  <i>Ech. technique</i> → « Utiliser des considérations d'ordre technique pour induire une modalité d'attribution de mesures à une partie ou un tout de l'espace architectural »  <i>Ech. globale</i>  <i>Ech. fonctionnelle / Ech. technique</i> Revoir la fonctionnalité du projet relativement à la réglementation énoncée et au cadre technique à respecter  <i>Ech. d'intégration</i> →  <i>Ech. géographique</i>  <i>Ech. de voisinage</i> <i>Ech. parcellaire</i> <i>Ech. économique</i> <i>Ech. cartographique</i>	• Découper le projet par thèmes (objets) et par parties (étage par étage)  • Intervention d'ingénieurs externes à l'agence pour la technique et la mise en sécurité du bâtiment : -Une ingénieure ( dont on ne perçoit que la voix) énonçant la réglementation en vigueur relative à un bâtiment ERP dans le secteur hospitalier -Un ingénieur face à la caméra côté du AR jouant le rôle d'intermédiaire entre l'autre ingénieure énonçant la réglementation et les architectes assurant les besoins du projet: Trouver avec les autres concepteurs des compromis qui puissent répondre aux besoins techniques et conceptuels du projet: traduction et interprétation des propos de l'ingénieur 1 en espace.  =>Travailler à l'intermédiaire de 2 échelles et 2 niveaux de conception permet aux concepteurs de préciser parfois des opérations de conception et de repenser le projet  • Repositionner les accès du projet relativement aux plateformes pompiers • Dimensionner et positionner les voies relativement aux dénivelés qui forment le terrain • Repositionner les fluides relativement au voisinage • Positionner les accès relativement aux limites • Redimensionner pour optimiser le coût • Dimensionner un rapport de mesure entre le fond de plan partagé et le document personnel

Tableau 24 : Ensemble des échelles architecturologiques mises en jeu dans le cadre de la réunion à distance sur le projet URM

C'est ainsi que, tout au long de la réunion, plusieurs *séquences de conception* s'enchaînent dans lesquels divers sujets sont abordés en vue de répondre à l'objet global, fixé en amont par les concepteurs. Des mots et des traces s'additionnent et se superposent pour concevoir et échanger des points de vue, voire pour convaincre les autres collaborateurs. Lorsqu'un des deux ingénieurs énumère, oralement et de façon assez systématique, les normes liées à la mise en sécurité du projet, le deuxième ingénieur réinterprète les propos de l'ingénieur 1 et les traduit en espace aux autres architectes. Cette externalisation orale relève d'une classe d'opérations de conception, formalisée sous le concept d'« *échelle sémantique* »<sup>48</sup>. Les mots communs deviennent ici moteurs d'opérations de conception.

Ce jeu d'interprétation orale par les deux ingénieurs a conduit à construire une référence et un modèle pour les autres collaborateurs. Il nourrit des pertinences par lesquelles sont données les *mesures* à l'espace. Les architectes réagissent, par la parole ou par le dessin, à ce que communique l'ingénieur 2 et interviennent à leur tour sur la conception. Puis, une conversation s'instaure entre les différents collaborateurs dans laquelle des opérations, graphiques et/ou orales, de conception architecturale prennent corps à partir de ce que dit ou dessine l'un des collaborateurs (cf. figure 37).

Par ailleurs, les esquisses et autres formes de représentations externes produites au cours de la conception sont aussi un type de référence externe dont dépendent les concepteurs. Ces traces graphiques procèdent entre autres, de ce que nous nommons en architecturologie « *Echelle de représentation* »<sup>49</sup>. Les traces deviennent aussi motrices de collaboration en conception architecturale.



**Figure 37 : Jeu de conversation réflexive entre architectes et concepteurs pas le biais de la parole et du dessin**

Cette activité, orale et réflexive commune, pourrait relever de l'« *échelle sémantique* », et de l'« *échelle de représentation* ». Par ces classes d'opérations de conception, architectes et ingénieurs poursuivent leur conversation et argumentent leurs choix

<sup>48</sup> *Echelle sémantique*: (Boudon et al., 2000, p. 178) : « Effectuer des opérations de dimensionnement, de découpage ou de référenciation permis ou suggérés par des mots ou des expressions verbales ».

<sup>49</sup> *Echelle de représentation*: (Boudon et al., 2000, p. 183) : « Lier le représentant au représenté suivant quelques pertinences ».

graphiquement (*échelle de représentation*) et/ou oralement (*échelle sémantique*) en utilisant des références qui leur sont propres. Ces références, qu'ils utilisent comme média d'échange, sont interprétées par les autres concepteurs et deviennent par la suite opérantes dans leur conception. Paroles et dessins sont alors, ici, moteurs d'opérations de conception. Ils stimulent un cycle de réinterprétations à un processus de génération d'idées propres à chaque concepteur. La réinterprétation produit une nouvelle connaissance laquelle conduit vers plus de réinterprétation rendant les concepteurs capables de donner un nouveau sens à leur projet (cf. figure 37). Ceci amène peu à peu à préciser les formes et les *mesures* de leur conception.

C'est dans ce jeu entre *ce qui est conçu* de manière collaborative et *ce qui est communiqué* puis *interprété* par les autres collaborateurs qu'évolue l'espace architectural.

#### 4.1.3.2 / Opérations cognitives de la conception collaborative

Dans l'exemple de la réunion citée ci-dessus (cf. p. 190) qui rassemble architectes et ingénieurs, plusieurs « *échelles architecturologiques* » ont aussi été détectées (telles que : l'*échelle technique*, l'*échelle fonctionnelle*, l'*échelle parcellaire* et l'*échelle géographique*). Celles-ci ont été mises en œuvre et partagées par les différents concepteurs pour construire une réflexion commune autour de la mise en sécurité du projet et la résolution de points techniques liés à sa fonctionnalité.

Une deuxième lecture de cet échantillon a été faite pour détecter les *opérations élémentaires de la conception* relatives à chacune des *échelles collaboratives* mises en jeu dans la réunion. De même que pour l'exemple 1 (cf. Chap. 4.1.2), les cinq *opérations élémentaires de conception* (*découpage*, *dimensionnement*, *référenciation*, *positionnement*, *orientation*) sont prises comme grille de lecture pour analyser les éléments constitutifs du projet.

##### ✓ Opérations élémentaires de conception

###### Opération élémentaire de découpage

Pour assurer la mise en sécurité du bâtiment, les ingénieurs ont proposé oralement aux architectes de découper le projet en différentes zones (appelées U10) qui ne dépasseraient pas chacune les 1000 m<sup>2</sup>. Tout en intégrant la réglementation en vigueur, ces ingénieurs ont essayé de prendre en compte les aménagements et les remarques faits par les architectes. Les paroles expriment ici un *découpage*, physique et fonctionnel, non partagé par les différents concepteurs. Tandis que les architectes pensent la globalité du projet, les ingénieurs le *découpent*, via la parole, en objets suivant des pertinences techniques et des références qui leur sont propres.

Par ailleurs, les architectes prennent en compte les recommandations données par leurs collaborateurs. Un échange se construit entre eux. En *interprétant* ce

qui est énoncé par les ingénieurs, un des deux architectes marque, sur le plan d'un étage du bâtiment, plusieurs cercles, *découpant* le projet en zones. Il crée ainsi, en accord avec ses collègues, différentes parties sur le plan visant à découper le projet (*échelle de niveaux de conception*) selon une pertinence qui concerne la mise en sécurité du projet à concevoir (*échelle technique*). Ici, l'architecte s'intéresse autant aux contraintes de sécurité du bâtiment (*échelle technique*) qu'à l'emplacement de ces zones relativement au fonctionnement même du projet (*échelle fonctionnelle*). Par exemple, lorsque les concepteurs posent oralement la question de l'accessibilité relative aux zones créées, un des architectes marque deux rectangles. Il formalise ainsi l'emplacement des escaliers de telle sorte que ces derniers permettent :

- d'assurer une circulation fluide entre les différents services du bâtiment : *échelle fonctionnelle* ;
- de répondre aux contraintes techniques imposées par ce type de programme (hospitalier) : *échelle technique*.

Ces *découpages*, mis en œuvre graphiquement et/ou oralement, procéderaient alors d'une *échelle technique* et d'une *échelle fonctionnelle collaboratives*. Néanmoins, ces opérations n'ont pas été mises en jeu simultanément par tous les concepteurs. Seul un des deux architectes a pris le stylo pour dessiner ces *découpages* sur le plan partagé, même si les *échelles* dont ils procèdent sont issues de réflexion commune entre les différents collaborateurs.

Cette *opération de découpage* pose, ici, la question du partage des opérations *élémentaires de conception*. Si l'*échelle technique* est *collaborative*, tout comme l'*échelle fonctionnelle*, il est difficile de dire que l'opération de *découpage* le soit aussi. Elle est mise en œuvre différemment par chacun des collaborateurs. Par ailleurs, à l'inverse des ingénieurs, les architectes pensent à mettre en lien les différents niveaux du projet par la mise en œuvre d'*opérations de découpage* qui procéderaient d'une *échelle globale*.

#### Opération élémentaire de dimensionnement

Au cours de ce processus de collaboration, architectes et ingénieurs redimensionnent l'espace architectural pour répondre au mieux aux exigences sécuritaires du bâtiment à concevoir (*échelle technique*).

En expliquant l'importance d'avoir un accès direct, réservé aux matériels techniques, un des ingénieurs suggère, oralement, un emplacement possible à partir de la rue tenant compte le dénivelé du terrain. Mais un des trois architectes voit qu'une galerie, se trouvant à une hauteur inférieure à 5 m et reliant le projet à un autre l'avoisinant, ne permet pas le passage d'un camion de service. C'est ainsi qu'un des concepteurs dessine une coupe schématique par laquelle il reprend les dimensions et l'emplacement de cette passerelle relativement au dénivelé de la rue.

Nous avons là une opération de *dimensionnement* dite *graphique*, puisqu'elle est mise en œuvre par le dessin. Par cette opération, l'architecte redimensionne les hauteurs qui définissent le projet.

Par ailleurs, cette opération de *dimensionnement*, mise en œuvre graphiquement, est aussi accompagnée d'échanges oraux par lesquels les architectes revoient d'autres possibilités d'accès.

Ici, paroles et dessins fonctionnent de concert pour la conception architecturale collaborative. Néanmoins l'*opération élémentaire de dimensionnement* ne semble pas être partagée puisque chaque nouvelle dimension proposée est mise en place selon les références, les pertinences et les expériences de chacun des collaborateurs.

#### Opération élémentaire de référencement

Cherchant à apporter des réponses techniques au projet, les architectes et les ingénieurs, dont les points de vue divergent, expliquent et argumentent leurs choix en faisant référence soit à leurs propres expériences et connaissances, soit à un document décrivant les réglementations en vigueur pour un Établissement Recevant du Public (ERP).

A plusieurs moments du processus de conception, les collaborateurs ont recours à ce document pour s'informer, vérifier et/ou valider certaines contraintes imposées par la réglementation. Cette dernière est dictée systématiquement par un des deux ingénieurs. A partir de ces réglementations, les ingénieurs construisent une *référence* d'un modèle qu'ils *interprètent* et qu'ils souhaitent transmettre aux architectes. Reprendre ainsi un modèle en y opérant éventuellement des modifications relève d'*une échelle de modèle*.

Dans ce cadre, l'« *échelle technique* » et l'« *échelle de modèle* » sont partagées, c'est-à-dire qu'elles sont proposées et travaillées par l'ensemble des collaborateurs. Mais même si cette opération de *référenciation* est ici construite en vue d'être collaborative, seul l'un des concepteurs construit cette *référence*. Les objectifs et les *interprétations* diffèrent d'un concepteur à un autre, et cette opération est mise en œuvre individuellement. Tout comme l'exemple du projet Golf (cf. Chap. 4.1.2), l'objectif de cette séquence de conception serait, pour tous les concepteurs, de construire un *référentiel opératif* commun en vue de collaborer.

Le modèle semble ici collaborativement construit par les mots alors que la trace graphique ne fait que mettre en plan cette réflexion. L'opération de *référenciation*, en soi, reste ici non partagée.

#### Opérations élémentaires de positionnement et d'orientation

En travaillant sur un des étages du bâtiment, l'ingénieur évoque l'obligation d'insérer de nouveaux locaux dans le programme en relation avec la mise en

sécurité du projet : « *locaux de production de secours* ». Il précise que ces locaux doivent avoir un accès direct, « *de plein pied* », avec l'extérieur.

Il propose, oralement, de les *positionner* du côté de la rue principale du projet et de les *orienter* côté nord. En réaction, les deux architectes réfléchissent ensemble sur un autre emplacement possible de ces locaux dans le projet, vu que la proposition de l'ingénieur ne leur convient pas. En effet, ils préfèrent garder cette façade pour des locaux plus nobles comme l'hébergement dans lequel l'éclairage naturel est souhaitable. Les paroles expriment ici des *opérations élémentaires de positionnement* et *d'orientation*, physiques et fonctionnelles, non partagées par les concepteurs.

Les architectes choisissent d'*orienter* plutôt ces locaux côté sud et proposent alors de les *repositionner*, à leur tour, du côté de la zone logistique, au niveau de l'accès secondaire du projet. Pour ce faire, l'un d'eux trace un cercle symbolisant l'emplacement de ces locaux (*échelles fonctionnelle et technique*) et une flèche symbolisant l'accès à partir de la rue (*échelle d'intégration*). A cet effet, un processus de négociation se construit alors entre les architectes et l'ingénieur dans lequel des *opérations élémentaires de positionnement* sont mises en jeu, oralement et graphiquement. Celles-ci sont *collaborativement* mises en œuvre par les deux architectes mais ne sont pas partagées avec les ingénieurs. Les ingénieurs, d'un côté et les architectes, de l'autre se sont *autonomisés* et divisés par spécialité, chacun d'eux défendant son choix relativement à des pertinences, des références et des expériences qui leur sont propres.

Il est donc difficile de dire que le *positionnement* et l'*orientation* sont de l'ordre de la collaboration. Ceux-ci semblent être mis en œuvre, oralement et graphiquement, différemment par chacun des collaborateurs.

Tout comme pour le premier exemple, toutes les opérations élémentaires mises en jeu ici ne paraissent pas être partagées. D'autres opérations cognitives interviennent également dans le processus, elles ne concernent pas les opérations de *mesure* du projet à concevoir mais plutôt la collaboration entre architectes et ingénieurs. Nous en citons les plus importantes ci-dessous.

#### ✓ Quelques opérations pragmatiques de collaboration

##### Opérations pragmatiques d'Interprétation

Pour répondre aux contraintes techniques liées au projet, un des deux ingénieurs énumère, oralement et tout au long de la réunion, des normes liées à la mise en sécurité du projet. Voulant transmettre l'information aux architectes, le deuxième ingénieur *réinterprète* ce qui a été dit et le traduit aux autres. Ces *opérations pragmatiques d'interprétation*, mises en jeu oralement par les deux ingénieurs, a conduit à construire une référence commune, participant à nourrir des pertinences par lesquelles sont données des *mesures* à l'espace. D'autres

*interprétations* graphiques et orales se construisent alors lorsque les architectes réagissent, par la parole ou par le dessin, à ce que leur communique l'ingénieur 2.

Ce jeu d'*interprétation* semble être spécifique à chaque concepteur dont les expériences, les objectifs, les connaissances et les enjeux diffèrent. Ce jeu construit une conversation dans laquelle des *opérations de conception architecturale* prennent corps en interprétant ce que dit et/ou dessine l'autre.

Paroles et dessins sont ici moteurs d'*interprétation*, participant à la génération d'idées propres à chaque concepteur. L'*interprétation* produit alors une nouvelle connaissance et un nouveau point de vue du projet conduisant vers plus de *réinterprétation* et rendant les concepteurs capables de donner un nouveau sens à leur projet.

Qu'il s'agisse d'une situation de collaboration entre architectes ou d'une autre entre architectes et ingénieurs, l'opération d'*interprétation* a été mise en jeu tout au long du processus de conception. Comme la situation rassemble des concepteurs de différents domaines, nous constatons que les collaborateurs ont fait appel à un ingénieur (une sorte de traducteur ou d'intermédiaire) qui traduit systématiquement les propos de son collègue ingénieur aux autres architectes.

#### *Opérations pragmatiques de mise en commun*

Des *opérations pragmatiques de mise en commun* sont aussi mises en jeu dans les deux situations de collaboration présentées (exemples 1 et 2). Néanmoins lors de collaboration architecte/architecte (exemple 1), ces opérations pragmatiques interviennent surtout au début de la conception ; tandis que dans la réunion entre architectes et ingénieurs (exemple 2), des *misés en commun* sont opérées tout au long du processus. En effet, comme les concepteurs proviennent de différents domaines, il est important que l'ajustement des informations soit constant.

Dans notre extrait, les deux ingénieurs énumèrent, à différents moments, un ensemble de précautions à prendre en compte dans la conception du projet. En réaction, les architectes réinterprètent oralement et graphiquement ce qu'ils ont compris des remarques des ingénieurs ; l'objectif étant de mettre en commun l'ensemble des paramètres à insérer pour la mise en sécurité du bâtiment. Ainsi, les architectes proposent à leurs collaborateurs non seulement une interprétation graphique des réglementations en vigueur, mais ils construisent ensemble une référence technique commune.

Ces opérations relèvent, semble-t-il, de la *mise en commun*, avec laquelle les deux concepteurs inscrivent un ensemble d'indications essentielles et pertinentes à la conception du projet. Elles permettent de préciser la communauté des informations indispensables à la collaboration et de rassembler certaines connaissances propres à chacun. Dans la réunion pour le projet URM, l'opération de *mise en commun* a été principalement verbale

plutôt que graphique parce que les ingénieurs n'ont, à aucun moment du processus, pris le stylo pour dessiner.

Les opérations pragmatiques de *mise en commun* ont participé à la définition d'éléments pertinents relatifs à la technique et à la fonctionnalité du projet pour sa mise en sécurité.

#### Opérations pragmatiques d'évaluation

Les *opérations pragmatiques d'évaluation* ne passent que par la parole, par laquelle plusieurs opérations de *mesure* sont mises en jeu relativement aux pertinences propres à chacun. Ces évaluations sont liées aux points de vue, références et connaissances de chaque concepteur.

En effet, lors de la réunion URM, chaque acteur, qu'il soit architecte ou ingénieur, arrive avec ses propres documents, ses points de vue, ses références et ses outils. Ces éléments permettent aux différents concepteurs d'échanger leurs intentions et d'argumenter leurs choix.

Lorsque la *classe d'opérations élémentaires*, partagée par les concepteurs (*échelles collaboratives*), est relative à la fonctionnalité du projet, ce sont les architectes qui agissent, oralement ou graphiquement, alors que les ingénieurs évaluent. A l'opposé, lorsque l'*échelle collaborative* concerne la technique et la mise en sécurité du bâtiment, ce sont les ingénieurs qui font, oralement, des propositions aux architectes qui les évaluent et critiquent.

Ce jeu porte donc sur des *évaluations* orales entre des architectes et des ingénieurs. Ces opérations pragmatiques génèrent de nouveaux choix et points de vue qui participent à la conception et à l'évolution du projet architectural.

Ces choix se précisent au fur et à mesure du processus et n'ont de sens que si un point de vue leur est associé, c'est-à-dire lorsqu'une *pertinence* leur est donnée. Par exemple, lorsque les collaborateurs décident de définir les voies réservées aux pompiers, ils se rendent compte que la hauteur n'est pas suffisante au niveau de la passerelle qui relie les deux parties du projet.

Une nouvelle localisation de cette passerelle est alors pensée par les architectes. C'est à partir de ces *évaluations* relatives à l'emplacement de cette passerelle par rapport au niveau de la voie, que les architectes décident, avec les ingénieurs, de réorganiser le projet afin d'assurer un meilleur aménagement de celui-ci.

Ce processus itératif tolère plusieurs retours en arrière lors de différentes séquences de la conception.

#### Opérations pragmatiques d'autonomisation

Les *opérations pragmatiques d'autonomisation* observées, lors de cette réunion, sont différentes de celles qui ont été mises en jeu dans la réunion entre les deux architectes pour le projet Golf (exemple 1).

Lors de la collaboration entre architectes, les opérations d'*autonomisation* sont mises en jeu individuellement (I-Space, *cf.* p. 115). Chaque concepteur a pris du recul pour penser l'espace architectural. Par contre, lors de la collaboration architectes/ingénieurs pour le projet URM, cette même *classe d'opérations pragmatiques* s'est faite, de manière groupée (Space-Between, *cf.* p. 115). Les deux ingénieurs d'un côté et les architectes de l'autre se parlent individuellement. Ils se sont divisés pour discuter séparément du projet et des solutions à adopter. Chaque binôme commence à réfléchir de manière autonome sur l'espace architectural tout en le reconsidérant dans sa globalité.

Cette opération d'*autonomisation* a été suivie d'une opération de *mise en commun* (tout comme l'exemple de la réunion GOLF entre *Architecte/Architecte*) puisque l'un des architectes a demandé si la proposition qu'il venait d'indiquer sur le plan correspondait aux demandes des ingénieurs. Les concepteurs ont retravaillé ensemble sur une *classe d'opérations collaboratives* relative à la fonctionnalité du projet (*échelle fonctionnelle*). Les deux architectes et les deux ingénieurs ont ainsi *mis en commun* les informations retenues et réinterprétées par chacun d'eux.

Ces *opérations pragmatiques d'autonomisation* peuvent être considérées ici comme étant *partagées* entre les concepteurs puisqu'elles ont été mises en jeu simultanément par les deux groupes (architectes/ingénieurs).

#### Opérations pragmatiques de découpage

Provenant de disciplines différentes, l'ensemble des concepteurs s'est défini, au fur et à mesure de l'évolution du projet, des rôles distincts pour et dans leur conception. L'ingénieur 1 lit la réglementation en vigueur pour la mise en sécurité du bâtiment. L'ingénieur 2 interprète oralement ce que dit l'ingénieur 1 afin de transmettre l'information aux architectes. Un des architectes vérifie que les modifications apportées au projet ne sont pas en contradiction par rapport à l'organisation même de l'espace architectural, pendant que l'autre tend à assurer le bon fonctionnement du projet et à répondre aux attentes du maître d'ouvrage.

Ainsi tous les concepteurs s'accordent, consciemment ou inconsciemment, sur le rôle que doit jouer chacun dans la conception. Ces rôles ne sont pas définis de manière *a priori* mais au fur et à mesure de l'évolution du projet. La conception est ici construite en vue d'être collaborative.

Ces *opérations pragmatiques* marquent alors un point essentiel dans la conception architecturale collaborative. Elles sont fondées sur un *découpage* et tendent vers une *unité* qu'assurent les architectes. Le tout de l'espace architectural se construit par ce jeu d'*interactions* entre les différentes parties.

Ces opérations pragmatiques poussent à nous interroger et à distinguer deux sortes de *découpage* relatives au moment de leur construction :

- *Découpage a posteriori* : ces opérations de *découpage* sont celles évoquées dans l'exemple cité ci-dessus. Ainsi, chaque concepteur se réapproprie un rôle suivant les besoins du projet et/ou de la réunion, pour pouvoir collaborer : ces rôles peuvent évoluer suivant le déroulement et l'état d'avancement du processus de conception. Par exemple, à un moment du processus où les concepteurs n'avaient plus besoin de rechercher des informations concernant la réglementation en vigueur, l'ingénieur 1, qui énumérait simplement ces réglementations, change de rôle. Il se met à proposer à son tour, avec l'ingénieur 2, des solutions techniques qui pouvaient convenir aux besoins du projet.
  
- *Découpage a priori* : ces opérations interviennent soit en phase amont de la conception collaborative, soit en fin de réunion. Cette réunion entre architectes et ingénieurs, par exemple, finit par une mise au point du travail de chacun des collaborateurs. Par cette classe d'opérations pragmatiques, un nouveau *découpage* relatif aux compétences de chaque expert est créé. En effet, par ce *découpage*, les concepteurs se répartissent les tâches, non pas par rapport au projet lui-même, mais de manière *a priori* relativement à la formation de chacun (les architectes s'occupent de la forme et du fonctionnement, et les ingénieurs se focalisent sur la technique, *etc.*), ou relativement à leur rôle dans l'entreprise (associé responsable / employé, chef de projet / dessinateur, *etc.*).

#### 4.1.4 Synthèse

Les résultats, issus des analyses architecturologiques des expérimentations *in situ*, sont de diverses natures mais permettent de caractériser des situations de conception architecturale collaborative distante, donc outillée.

Par ailleurs, le faible nombre de réunions médiatisées par le SDC a seulement permis de débiter cette caractérisation. Aussi, il reste difficile de saisir les apports ou limites de cet outil dans l'activité même de la conception architecturale collaborative. Néanmoins, il est possible d'affirmer, à partir de ces quelques cas, que ce dispositif permet bel et bien de faire des réunions à distance, à tout moment du processus. Il offre aussi la possibilité, aux concepteurs, de partager des traces graphiques et des mots pour concevoir et travailler ensemble autour d'un même projet architectural. Certaines traces ont même été simultanément construites par les concepteurs, grâce à ce système.

Les traces graphiques et les mots, analysés à partir des données recueillies, permettent de saisir et de définir certaines opérations et classes d'opérations de conception.

Des *classes d'opérations de conception* semblent partagées, donc *collaboratives*, tandis que les *opérations de la conception* semblent ne pas l'être. Nous pouvons introduire deux nouvelles propriétés qui caractériseraient les *classes d'opérations de conception* mises en jeu lors de cette collaboration : le *partage* et la *co-modalité*. Ces propriétés seront approfondies dans le chapitre suivant.

La première propriété amène à différencier les *échelles collaboratives* (issues de réflexions et de travail communs autour d'un même domaine de référence) des *échelles collectives* (issues de réflexions séparées sur différents domaines de référence, mises en œuvre séparément par chacun des acteurs selon des objectifs et des pertinences qui lui sont propres) (Lecourtois *et al.*, 2010). La deuxième propriété met en avant l'utilisation des deux modes d'échange, qui sont la parole et le dessin, isolément, en combinaison ou par substitution, pour la mise en œuvre de ces échelles.

Par ailleurs, deux catégories d'opérations ont été mises en avant à partir de ces analyses et semblent participer du travail de conception collaborative : les *opérations élémentaires de conception* et les *opérations pragmatiques de collaboration*.

Les *opérations élémentaires* sont celles qui constituent l'échelle architecturologique et par lesquelles les concepteurs confèrent et précisent les *mesures* du projet architectural. La disjonction entre ces opérations n'est pas facilement identifiable dans la description d'un processus particulier. Néanmoins, ce qui importe pour nous ici est la complexité opératoire (*cf.* Chap. 3.3.1) qui relie ces opérations élémentaires de conception et leur pertinence relativement aux échelles mises en jeu dans le processus.

Les *opérations pragmatiques*, quant à elles, sont celles mises en œuvre par la situation de collaboration qui réunit plusieurs concepteurs autour d'un même projet de conception. Ces opérations permettent de connecter des personnes (par la construction d'*espaces de référence* communs), des points de vue (par un jeu d'interprétations graphiques et/ou orales des propositions des uns et des autres) et des systèmes variés (par des conversations réflexives autour des domaines de référence mis en jeu collaborativement par les concepteurs).

A partir de ces expérimentations *in situ*, *via* le SDC, ont été aussi définies des expériences en laboratoire. La partie qui suit, présente les analyses issues de ces expérimentations.

## 4.2 Expérimentation en laboratoire de pratiques collaboratives en conception architecturale

---

### 4.2.1 / Protocole expérimental

### 4.2.2 / Exemple 1 : cas de la conception d'une école rurale

- ✓ 4.2.2.1 / Acteurs et habitudes de travail
- ✓ 4.2.2.2 / Description des séquences marquantes de l'activité
- ✓ 4.2.2.3 / Analyse architecturologique des différentes séquences
  - Echelles architecturologiques
  - Autres classes d'opérations de conception

### 4.2.3 / Exemple 2 : cas de la conception d'un hôtel de luxe

- ✓ 4.2.3.1 / Acteurs et habitudes de travail
- ✓ 4.2.3.2 / Description des séquences marquantes de l'activité
- ✓ 4.2.3.3 / Analyse architecturologique des différentes séquences
  - Echelles architecturologiques
  - Autres classes d'opérations de conception

### 4.2.4 / Synthèse

---

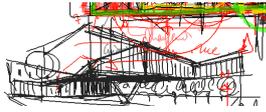
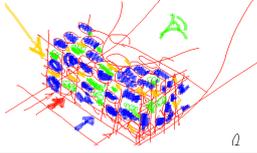
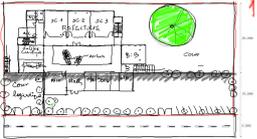
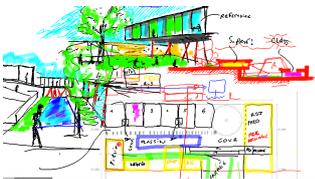
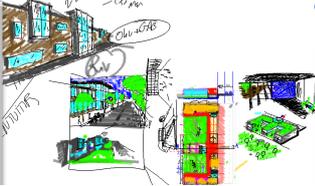
#### 4.2.1 Protocole expérimental

Le protocole expérimental de cette situation particulière de conception architecturale collaborative outillée a été mis en place avec nos partenaires ergonomes cognitivistes du laboratoire LIMSI-CNRS.

Chaque expérimentation s'est déroulée sur une demi-journée pendant laquelle nous avons demandé à deux architectes d'esquisser deux projets architecturaux dans deux situations de conception collaborative outillée par le SDC : une en présence, l'autre à distance. Un contrebalancement des expériences a été mis en place pour contrôler l'effet de leur ordre sur les changements dans les comportements des sujets qui peuvent apparaître lors de l'apprentissage (Myers *et al.*, 2007).

A l'issue de ce protocole, sommairement énoncé ici mais que nous avons décrit de manière précise dans le chapitre précédent (*cf.* 3.2.3, p. 146), plusieurs projets architecturaux ont été créés.

Notre étude architecturologique ne s'intéressant qu'à la collaboration distante outillée, nous nous sommes focalisés exclusivement sur les enregistrements concernant les expérimentations distantes *via* le SDC. Six d'entre elles ont été analysées: deux de ces expérimentations concernent la conception d'un *hôtel de luxe* et les quatre autres la conception d'une *école rurale* (*cf.* tableau 25).

N° EXPE	Projet	Esquisse
<b>EXP 1</b> (20/03/2010)	Ecole rurale	
<b>EXP 2</b> (05/06/2010)	Hôtel de luxe	
<b>EXP 3</b> (12/07/2010)	Ecole rurale	
<b>EXP 4</b> (23/07/2010)	Ecole rurale	
<b>EXP 5</b> (06/11/2010)	Ecole rurale	
<b>EXP 6</b> (13/11/2010)	Hôtel de luxe	

**Tableau 25 : Projets réalisés dans le cadre des expérimentations à distance outillées par le SDC**

Les films, issus de ces expérimentations, ont été analysés du point de vue de *l'architecturologie* à partir de deux méthodes mises en place et définies précédemment (cf. Chapitre 3) :

- La première analyse consiste à identifier les différentes *séquences de conception* définissant chaque réunion en détectant les principales *classes d'opérations de conception* mises en jeu dans le cadre de ces collaborations. L'identification de ces *échelles* a pour objectif d'éclairer les mécanismes cognitifs de conception issus de ces collaborations *via* le SDC.
- A partir de cette première analyse, nous avons choisi un échantillon qui nous paraissait pertinent pour l'identification, la définition et la caractérisation des opérations cognitives mises en jeu et spécifiques à ces situations particulières de collaboration distante outillée. L'objectif de cette dernière analyse architecturologique est de revenir sur les différents concepts présentés plus haut et d'interroger et de préciser un ensemble de relations complexes mises en jeu :

- ✓ Les relations entre les *classes d'opérations* spécifiques à la conception collaborative (*classes d'opérations de conception*) et les *classes d'opérations* spécifiques à la conception de la collaboration (*classes d'opérations pragmatiques de collaboration*);
- ✓ Les relations entre les différentes *opérations élémentaires* mises en avant grâce à nos analyses.

Cette étude permet ainsi de mieux distinguer les différentes typologies d'opérations cognitives issues de situations de conception architecturale en collaboration distante outillée (cf. Annexe 8 – Chap 4).

Nous citons, ci-après, deux exemples d'analyses architecturologiques appliquées à deux situations de collaboration distante et outillée *via* le SDC entre deux binômes travaillant sur la conception de deux projets architecturaux distincts : conception d'une école rurale et conception d'un hôtel de luxe. Ces deux exemples nous permettent d'illustrer nos méthodes de traitement et d'analyse appliquées à l'ensemble de nos données. Ils introduisent aussi l'ensemble des résultats mis en avant grâce à l'analyse de nos expérimentations, à nos enquêtes et à nos observations *in situ*.

À partir de ces conclusions nous avons dressé une liste de préconisations et recommandations pour la mise en place d'un cahier des charges pour l'assistance à la collaboration architecturale, destiné des futurs utilisateurs.

#### 4.2.2 Exemple 1 : Cas d'une conception d'une *école rurale*

Ce cas concerne la première expérimentation réalisée en laboratoire (cf. Annexe 8 – Chap 4).

Il présente :

- un éclairage sur les deux architectes-participants et sur certaines de leurs habitudes de travail qu'ils ont eux-mêmes décrites et exposées lors des entretiens réalisés au laboratoire à la fin des expérimentations ;
- une description des principales *séquences de conception* qui composent la réunion entre les deux collaborateurs ;
- une analyse architecturologique de ces séquences par l'identification des différentes *classes d'opérations de conception* mises en jeu par ces deux concepteurs lors de leur collaboration.

Nous intéressant aux séquences de conception qui composent le processus en situation de collaboration distante, nous avons tenté de réaliser un découpage séquentiel des différentes expérimentations, réalisées en laboratoire.

Lors de nos analyses, nous nous sommes confrontés à la difficulté d'appliquer un concept théorique (relatif à ce découpage temporel formel) à une situation empirique de processus de conception. C'est pourquoi nous avons décidé d'introduire le terme de « *séquence* » pour faciliter la lecture architecturologique des données et pour ne pas détourner le concept de

« *moment de conception* » de son premier sens (cf. Chap. 3, p. 177).

Cette méthode de reconstitution diachronique du processus de conception en termes de *séquences* nous permet ainsi de constituer un modèle *a posteriori* du processus de conception en termes d'*échelles architecturologiques* et d'*opérations de conception*.

#### 4.2.2.1 / Acteurs et habitudes de travail

Cette expérimentation (EXP 1) réunit deux architectes (issus de deux générations différentes : père et fils) que nous repérons dans la suite du texte par P et F.

A l'issue de l'expérimentation, un entretien avec les deux concepteurs a été réalisé sur leurs habitudes et leur manière de travailler ensemble autour d'un projet architectural (cf. protocole expérimental, p. 146). Ces deux architectes travaillent ensemble dans leur agence. Ils sont convaincus de l'importance de collaborer lors de la conception d'un projet architectural. Ils ont l'habitude de travailler face à face et autour d'une table. F commence généralement par dessiner une esquisse sur *Autocad* qu'il imprime. Il redessine directement sur cette impression et/ou trace des perspectives à main levée. Souvent, il a besoin de faire des tirages de ses esquisses produites sur son ordinateur pour visualiser le projet dans sa globalité. Il affirme d'ailleurs « *des fois j'y vois des choses aussi qui me font rechanger ce que j'ai fait* » (réponse de F, entretien EXP 1, 20/03/10 : cf. Annexe 9 – Chap 4).

Il présente ensuite ses croquis à P qui donne son avis. C'est à ce moment que la collaboration démarre. L'un dessine puis l'autre donne son point de vue oralement ou graphiquement. Ils alternent entre dessin et parole. Chacun travaille néanmoins dans son espace. Ils parlent même d'un « *dessin à une main, alterné entre deux concepteurs* ». Dans leur pratique quotidienne en agence, chacun des architectes se donne un rôle dans le processus : P est celui qui évalue le projet et apporte son point de vue (« *je vois plus mon rôle dans l'effet critique... Je suis là pour apporter un complément qui permet de réfléchir plutôt que de transformer le projet* » (P, entretien EXP 1)) et tandis que F apporte des idées et des points de vue nouveaux, tout en se référant aux réflexions de P pour enrichir et faire évoluer ses propres idées : « *ses réflexions me poussaient à me poser des questions* » (remarque de F, entretien EXP 1, 20/03/10: cf. Annexe 9 – Chap 4). Ces deux architectes ont un rôle à part entière dans le processus de conception du projet qui procède de leur différence :

- Ils sont de deux générations différentes ;
- Leurs habitudes de travail et leurs formations sont différentes : P a une formation d'architecte et F a une double formation d'architecte et d'architecte d'intérieur.

Le premier a une vision plus globale du projet et de ses alentours. Il dit avoir de la « *distance de vision par rapport au projet* ». Selon lui, un projet se fait par rapport à son environnement et ses alentours : « *moi, j'aurai tendance à me servir de ce qu'il y a autour pour faire un projet, lui (en parlant de F) va directement traiter le projet* » (réponse de P, entretien EXP 1, 20/03/10: cf. Annexe 9 – Chap. 4).

La question de la référence est soulevée par les deux architectes relativement aux formations et à leur différence de génération : « *Il y a un problème de référence par rapport aux idées qui sont plus neuves et ça compte énormément dans la réflexion, (insiste P)... Je pense que quand on est deux du même âge, c'est plus compliqué de partager les espaces de travail ... mais quand il y a un décalage comme ça, de génération et de formation, effectivement lui, plus jeune, est donc plus excité, il s'intéresse à la mise en place de l'idée ; et moi plus âgé, j'aurai une vision un peu plus pratique* » (réponse de P, entretien EXP 1, 20/03/10: cf. Annexe 9 – Chap 4).

Nous voyons, dans ce qui suit, comment certaines opérations de conception permettent de construire un cadre de référence commun à partir de références diverses.

#### 4.2.2.2 / Description des séquences marquantes de l'activité

L'expérimentation concerne la conception d'une école rurale dans un terrain coupé en deux niveaux séparés, de 3 mètres. Le processus commence par une première lecture des données du projet pendant laquelle chacun des concepteurs regarde le programme : l'un prend note et inscrit les éléments qui lui paraissent pertinents et importants à relever et à retranscrire sur un calque qu'il a créé et qu'il a nommé « programme », l'autre se l'approprie en le lisant silencieusement. A cet effet, ils partagent un fond de plan représentant le terrain sur lequel il faut implanter l'école. Ce plan est annoté tout au long du processus.

Un découpage séquentiel du processus de conception est effectué (cf. figure 38) dans ce qui suit sous forme de titres, eux-mêmes décrits de manière plus détaillée, dans les cadres.

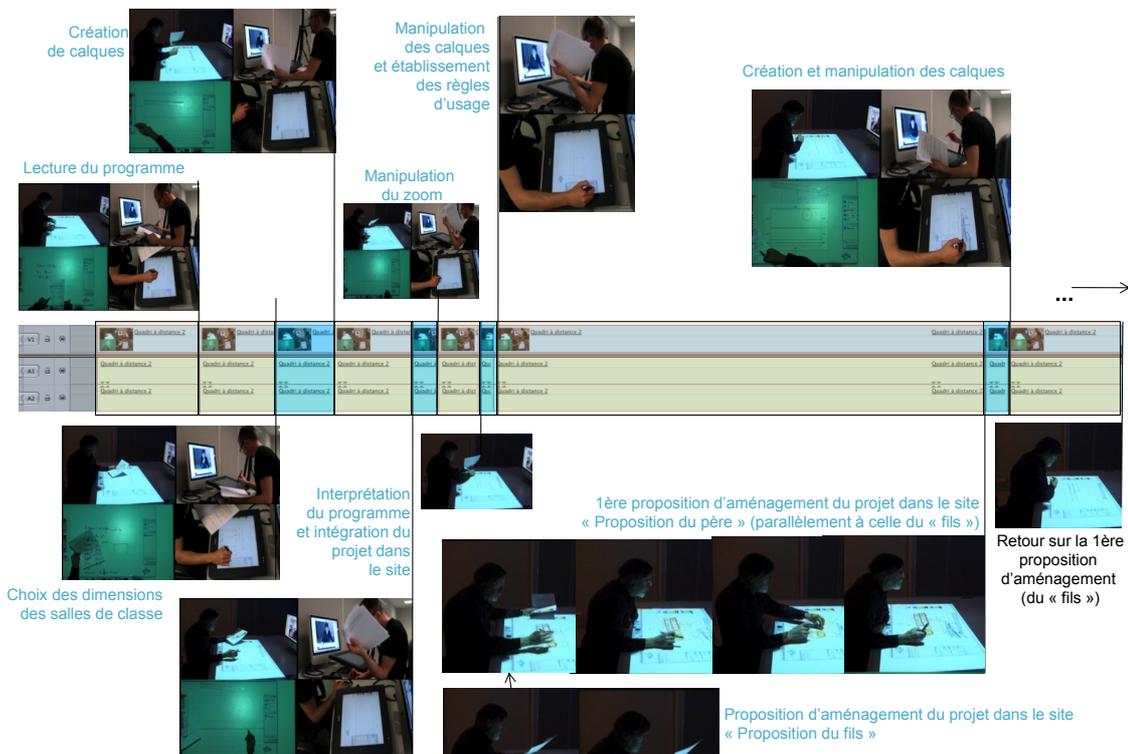


Figure 38: Séquences constituant le processus de conception

Ce découpage du processus de conception sous forme de séquences nous permet de le décrire et de l'analyser en termes d'échelles architecturologiques et d'opérations de conception (*cf.* Annexe 8 – Chap 4).

*(Séquence 1)*

Prendre en compte les contraintes urbanistiques.

Les deux architectes commencent à réfléchir ensemble à comment placer les salles de classe dans le terrain relativement à leur encombrement d'une part et leur orientation d'autre part. Mais en relisant le programme, ils se rendent compte qu'un retrait de 7 mètres de la rue est obligatoire. Ils marquent alors cette limite et reprennent leurs réflexions sur l'insertion du projet dans le site. Ils réfléchissent ensuite à l'emplacement de la cour et à son encombrement afin de positionner autour les différentes salles de classe demandées dans le programme.

*(Séquence 2)*

Créer deux propositions disjointes (de P et de F) relativement à l'emplacement des salles de classe et à l'insertion ou non d'un préau :

- Proposition de P : orientation Est/Ouest des salles de classe et création d'un préau ;
- Proposition de F : alignement de la façade côté rue, orientation Nord des salles de classe et pas de préau.

Les architectes s'isolent car ils ne sont pas d'accord sur les choix à prendre, ils rentrent alors dans un processus de négociation. L'un d'eux décide même de créer un calque pour y dessiner sa propre proposition. Il place d'abord les salles de classe, puis il définit l'accès principal, ensuite il commence à placer le réfectoire, l'administration et la bibliothèque. A partir de cette proposition, son collaborateur réagit et lui demande de positionner autrement les salles de classe pour mieux gérer leur orientation et aussi pour permettre la création d'un préau nécessaire dans le programme. Cette divergence au niveau de l'emplacement des salles de classe a ainsi conduit à la création de deux projets distincts.

*(Séquence 3)*

Insérer la bibliothèque, le réfectoire et l'administration dans la proposition de F.

En plaçant les classes côté rue avec une orientation Nord/Sud, sous lesquelles est placé le réfectoire (RDJ : niveau cour) donnant sur la cour, F crée une jonction à partir d'un hall d'entrée avec l'administration en RDC (niveau rue) et la bibliothèque en dessous (en RDJ.) Il propose par ailleurs de résoudre le problème

d'orientation des salles de classe en récupérant de la lumière Est/Ouest par un système d'éclairage zénithal.

(Séquence 4)

Insérer la bibliothèque, le réfectoire et l'administration dans la proposition de P.

P intervient alors pour rappeler à F l'importance d'intégrer un préau dans l'organisation même du projet. P embraye sur sa proposition qui est celle de placer les salles de classe en orientation Est/Ouest. Il met ainsi le réfectoire de l'autre côté du terrain en RDJ et, au-dessus, la cuisine en RDC, ce qui lui permet de laisser de la place en dessous des salles de classe pour créer un préau côté cour. Pour formaliser son idée, P énonce oralement un scénario, décrivant comment un « *gamin* » va se déplacer : pour aller à sa salle de classe, puis pour faire une pause dans la cour, ensuite pour rejoindre le réfectoire à l'heure du déjeuner et enfin pour travailler à la bibliothèque, *etc....* Tout en décrivant oralement son scénario, P modifie l'espace architectural en recréant des circulations verticales et horizontales et en définissant des espaces tels que le hall et l'administration.

(Séquence 5)

Aligner la façade côté rue dans la proposition de P.

Très souvent les architectes reviennent au programme pour vérifier et/ou valider certaines données. C'est pourquoi F réagit sur la proposition de P en soulignant l'importance d'avoir une façade principale bien nette au niveau de la rue, ce qu'il estime en effet non abouti dans la proposition de P. P n'est pas d'accord avec F car il estime avoir répondu à cette contrainte imposée par le programme et qu'en plus, dans sa proposition à lui, l'arbre est valorisé par le hall créé au niveau de l'entrée et qui donne directement sur la cour. F décide alors de poursuivre la proposition de P et dessine un croquis formalisant ainsi l'ensemble des choix des deux collaborateurs.

(Séquence 6)

Repenser la hauteur des murs relative à l'échelle humaine dans la proposition de P.

A la suite de cette perspective de l'édifice depuis la rue, faite à main levée par F, une autre question est posée, celle de la hauteur du grand mur et du bloc en porte-à-faux. F essaye alors de convaincre P des limites de son projet en lui proposant de se construire une nouvelle situation vis-à-vis de son dessin et lui demande de prendre la place d'un enfant face à l'objet.

*(Séquence 7)*

Repenser l'organisation de la proposition de F.

N'arrivant pas à convaincre P, F reprend alors son organisation de départ et recrée un nouveau calque pour revenir sur ses choix afin de pousser P à retravailler sur sa proposition qui était de placer les salles de classe côté rue avec une orientation Nord/Sud. Il place alors la cuisine, l'administration et le hall en RDC, la bibliothèque et le réfectoire en RDJ, avec un accès direct sur la cour où se trouve l'arbre remarquable, mais il ne prévoit pas de préau. F se rend compte à son tour que sa proposition ne tient pas relativement à celle de P, parce que l'orientation des salles de classe n'est pas bonne et parce que le préau n'est pas prévu dans cette organisation ; ce qui est validé par P.

*(Séquence 8)*

Repenser l'organisation de la proposition de P.

Les deux concepteurs reviennent sur la proposition de P et la retravaillent ensemble. Ils commencent d'abord à remettre en cause l'emplacement de la bibliothèque qui selon F n'est pas assez mise en valeur dans le projet. Mais P ne partage pas cette idée car selon lui, une bibliothèque devrait être en retrait pour assurer le bon fonctionnement de celle-ci, il décide par ailleurs de valoriser cet espace en lui appliquant un traitement particulier. P retrace alors de nouveau un autre scénario expliquant comment les « gamins » passeraient de la bibliothèque vers le réfectoire qui est à l'autre bout du terrain en passant par la cour.

*(Séquence 9)*

Repenser le traitement du hall relativement à l'éclairage dans la proposition de P.

F pose la question de l'éclairage de cette cour qui selon lui est coincée entre les salles de classe, le réfectoire et le hall. C'est là que P propose de revoir le traitement du hall de manière à laisser le soleil pénétrer dans la cour avec une vue *traversante* donnant sur l'arbre remarquable.

*(Séquence 10)*

Refaire un plan RDC pour mettre au propre les choix optés pour la proposition de P.

P et F décident de refaire un plan pour mettre au propre l'ensemble des choix de conception optés pour l'école rurale. Ils commencent d'abord par remettre à jour le RDC. Tout en redessinant, d'autres sujets sont encore remis en cause tels que le traitement du hall (*élément vertical, transparent, une boîte en verre qui émerge du projet,...*) et l'emplacement de la cuisine relativement au réfectoire et l'accès à la rue.

*(Séquence 11)*

Refaire un plan RDJ pour mettre au propre les choix dans la proposition de P.

F et P créent un nouveau calque pour refaire le RDJ relativement au plan du RDC qu'ils viennent de redessiner. A ce moment-là, les deux concepteurs se rendent compte qu'ils ont omis quelques éléments du programme (tels que : l'infirmierie, la chaufferie ainsi que sa maintenance et ses accès, *etc.*) qu'ils essayent de placer par la suite au niveau RDJ.

*(Séquence 12)*

Refaire les plans du RDC et du RDJ pour mettre au propre les choix dans la proposition de F.

A la fin, F décide de revenir sur sa proposition de départ en affirmant : « *on va dire que cette option est faite, passons à l'autre...* ». De suite, F reprend son plan et tend d'y insérer les éléments manquants tels que la chaufferie, l'administration et l'infirmierie. P et F commencent à réfléchir sur un emplacement possible du préau (problème soulevé auparavant mais que les concepteurs n'ont pas su résoudre). Pour ce faire, P décrit oralement un autre scénario (comme il l'avait fait pour sa propre proposition) à partir duquel de nouveaux points à traiter surgissent : tels que l'accès, l'éclairage, les circuits, *etc.* P et F retraitent alors le RDC et le RDJ de manière à insérer l'ensemble du programme dans le site et à gérer les flux de circulation qui se créent dans le projet : circuit des élèves, circuit des professeurs et membres de l'administration et circuit des livraisons. Une fois cette proposition validée par les deux collaborateurs, P et F décident de revoir l'autre proposition relativement à celle-ci.

*(Séquence 13)*

Repenser la proposition de F relativement à la proposition de P (emplacement du hall, du préau et de la bibliothèque).

En revoyant l'autre plan, P réalise que le préau est assez imposant par rapport à la cour. Les deux concepteurs réfléchissent alors ensemble sur la possibilité de scinder les salles de classe en deux parties (il y aurait trois salles de classe d'un côté et trois de l'autre). Puis ils abandonnent rapidement cette idée, voyant qu'il est difficile de gérer les flux avec ce système. Ensuite, ils réfléchissent sur la possibilité de mettre la bibliothèque en partie centrale. Mais ici aussi, l'idée est rapidement abandonnée aux dépens de la première qui plaçait plutôt le hall au niveau central pour garder cette transparence directe sur l'arbre remarquable depuis la rue. Ils revoient alors ensemble le traitement du hall, sa forme et son orientation relativement à la vue

qu'il offre sur la cour.

(Séquence 14)

Représenter une perspective prenant en compte l'ensemble des choix dans la proposition de P.

Par la suite, F dessine une perspective générale permettant de rendre compte des différents choix qui ont été optés pour ce projet.

#### 4.2.2.3 / Analyse architecturologique des différentes séquences

Tout au long du processus, des textes, des schémas, des croquis et des échanges oraux sont produits par lesquels les deux concepteurs construisent une réflexion commune autour de l'insertion du programme dans le site. Cette réflexion relève principalement de l'« échelle géographique » et de l'« échelle fonctionnelle ». Deux propositions émergent parallèlement selon les critiques que l'un et l'autre posent sur les projets.

##### Echelles architecturologiques mises en jeu dans le processus :

Les deux concepteurs commencent à réfléchir ensemble sur l'emplacement du Nord pour pouvoir orienter les salles de classe dans le site (*Séquence 1*). Le premier moment de conception est donc marqué par une « échelle géographique » qui, dans ce contexte, est dite *initialisante* pour la conception du projet architectural. Cette classe d'opérations de conception partagées par les concepteurs est mise en jeu différemment par chacun d'eux à partir d'*opérations élémentaires de conception différentes* :

- *découpage* : Un des deux concepteurs commence par s'intéresser à l'emplacement et à l'orientation des salles de classe sur le terrain, relativement à sa topographie et indépendamment du reste du programme :

« ... Donc, en plaçant des classes au niveau de la cour et d'autres à l'étage... du coup, on a un préau ... »

- *référenciation* : Le concepteur P fait référence à un autre projet en pensant à l'éclairage des couloirs relativement à l'orientation du projet dans le site :

« ...Au projet de l'hôtel, on n'a pas pensé à l'éclairage des couloirs... il faudrait y penser pour celui-ci... »

- *dimensionnement* : Le concepteur F dimensionne l'encombrement restant dans le terrain (*ça représente 25 par 80*) pour la construction du projet relativement aux contraintes urbanistiques imposées par le site (*il faut respecter le retrait de 7 mètres*). Cette dimension procède ici d'un choix, même si elle répond par ailleurs à une contrainte :

« ... Pour la cour, il faut respecter les 900 m<sup>2</sup>, or il faut respecter le retrait de 7 mètres (imposé dans le

programme) et donc les 900 m<sup>2</sup> ça représente 25 par 80... »

- *positionnement* : Le concepteur F positionne les salles de classe dans le site en jouant sur les différences de niveau de 3 mètres, entre les deux plateaux formant le terrain, de manière à créer un préau :

« ... Les deux niveaux des salles de classe seront superposés... puisqu'on a 3m d'écart sur le rocher... Donc on peut automatiquement faire des classes au niveau de la cour et des classes à l'étage ... »

- *orientation* : Un des deux concepteurs cherche l'orientation la plus adéquate pour positionner les salles de classe sur le site :

« ... Le problème c'est qu'un éclairage bilatéral ne permet pas d'avoir des classes qui sont côte à côte ... »

Cette « *échelle géographique* » semble relever d'un choix initial dans la conception du projet architectural. Celle-ci entraîne la prise en considération de trois éléments majeurs qui paraissent importants pour les deux concepteurs : les dimensions de la parcelle, la fonctionnalité du projet et l'échelle humaine. L'*échelle géographique* partagée ici est associée à une « *échelle fonctionnelle* » (cf. exemple 1), à une « *échelle parcellaire*<sup>50</sup> » (cf. exemple 2) et à une « *échelle humaine*<sup>51</sup> » (cf. exemple 3) qui structurent le projet.

Les concepteurs commencent par réfléchir au projet du point de vue de la forme du terrain puis des dimensions de la parcelle, tout en se préoccupant de plus en plus du programme et de ses spécificités.

Exemple 1: réfléchir sur les distributions et les emplacement de certains éléments du programme relativement à l'encombrement restant et à la topographie du terrain

C1- Déjà, il faut se mettre à 7m de la rue ... Et donc on ne peut pas construire ici...

C2- Donc il ne reste que 7m au niveau du plateau haut, **qu'est-ce que tu peux y mettre ?.**

C1- On ne peut pas construire grand' chose...

<sup>50</sup> L'*échelle parcellaire* : (Boudon et al., 2000, p. 172) : « *Mettre en œuvre des mesures en utilisant les possibles permis par la taille, la forme et les limites du terrain donné à l'architecte* ».

<sup>51</sup> L'*échelle humaine* : (Boudon et al., 2000, p. 186) : « *Etablir une relation entre une partie ou un tout de l'espace architectural à concevoir et la forme, la taille humaine ou les dimensions du corps humain* ».

C2- Oui, je sais... Et on va être obligé de **faire accéder les gamins par le plateau du haut...**

C1- Oui, mais on a 3m d'écart sur le rocher... Donc on peut automatiquement **faire des classes au niveau de la cour et des classes à l'étage... Et du coup on a un préau**

--> *Échelle fonctionnelle*

**Exemple 2:** réfléchir sur les emplacements des salles de classe relativement à la longueur de la parcelle et aux limites du terrain

C2- ... c'est vrai que le problème c'est que : si tu as des classes qui font 10m, on aura alors obligatoirement une façade qui sera supérieure à 50, sachant que le terrain ne nous le permette pas ...

C1- alors on fait des classes qui ne dépassent pas 6,50m en prévoyant un éclairage naturel bilatéral

--> *Échelle parcellaire*

**Exemple 3:** construire un nouveau point de vue du projet en prenant la place d'un enfant face à l'objet

C1- dans ce truc là, ici, on met les salles de classe, et en dessous c'est le préau ...

C2- ça veut dire qu'au niveau de ton préau, ça va faire un truc bizarre qui me dérange un peu... tu vois, les gamins ils sont là, alors que tous les équipements ils sont en haut, mis à part le réfectoire ...

C1- oui, mais il faut bien que les gamins aillent jouer...

C2- je sais bien, mais après, c'est cette question altimétrique par rapport aux constructions... tu vois ici il y a un mur... et en fait, les gamins sont face à un mur qui va faire 3m de haut... après, j'aime bien ce truc là en porte-à-faux qui vient couvrir par dessus le bâti...

C1- oui, en plus, tu sais, 3m, ce n'est pas énorme...

--> *Échelle humaine* (en degré zéro : décider de ne pas tenir compte de l'échelle humaine)

Nous disons qu'il y a ici une *surdétermination* d'échelles architecturologiques parce que plusieurs échelles induisent une même *mesure* : celle de l'emplacement, l'orientation et les dimensions des salles de classe relativement au site.

Au cours du processus de cette EXP1 une divergence entre les deux architectes se crée et deux projets distincts évoluent parallèlement (*Séquences 2 et 3*). Les deux concepteurs imaginent alors divers scénarii pour prévoir les possibilités de parcours offertes à « des gamins » (*échelle humaine*) et les différentes vues qu'ils auront à partir du projet (*échelle de visibilité*<sup>52</sup>) (*Séquence 4*).

L'école vise par exemple, selon les deux concepteurs, à intégrer l'arbre remarquable, se trouvant sur le terrain, dans l'aménagement même du projet (*Séquence 5, exemple 4*).

**Exemple 4 : penser à la vue offerte par le projet**

C1- donc, ils arrivent le matin, ils vont aller dans cet espace avec une vue traversante, qui va aller vers l'arbre ici, c'est intéressant d'avoir une vue sur l'arbre...

C2- ... et comme ça, même cette classe, qui va être ici au bout, peut bénéficier de la vue sur cour...

C1- oui, il faut mettre un point fort ici... c'est à dire qu'au niveau de l'entrée on peut regarder l'arbre remarquable derrière... avec la grande ouverture. D'avoir un truc qui peut être sympa, où tu rentres dans une école et tu vois un beau paysage, ça peut être pas mal non plus... Un bel élément, tu vois ?

C2- Oui, ça veut dire avoir une transparence. Tu peux l'avoir aussi en biais...

--> Échelle de visibilité

Les architectes choisissent ici de privilégier la vue sur l'arbre comme point d'entrée à l'école ; *l'échelle de visibilité* est appliquée comme un point de vue pour amorcer le projet. Cette question de *la « visibilité » sur l'arbre* est évoquée dans diverses séquences du processus de conception (*Séquences 5, 7, 9, 10 et 13*).

Ensuite, un jeu de relance se construit entre *l'échelle de visibilité* et *l'échelle fonctionnelle* par lequel les concepteurs se nourrissent d'un point de vue pour réfléchir sur l'autre (Exemple : la *séquence 8* où les concepteurs remettent en cause l'emplacement de la bibliothèque du fait qu'elle ne soit pas assez mise en valeur selon l'architecte F).

Nous appelons ça *codétermination* : c'est-à-dire qu'une échelle architecturologique suscite la mise en œuvre d'une autre, réagissant à son tour sur la première. La relance mutuelle de ces deux échelles (*échelle de visibilité* et *échelle fonctionnelle*) les rend indissociables.

<sup>52</sup> *L'échelle de visibilité* : (Boudon et al., 2000, p. 174) : « Situer un objet ou une partie d'objet de telle manière qu'il soit vu d'un lieu, ou qu'il ait vue sur un lieu ou un ensemble de lieux, ou plus généralement constituer un point de vue dans l'espace réel ».

Outre les choix liés aux salles de classe, d'autres séquences particulières marquent le processus de conception des deux architectes. Ces derniers discutent longuement sur les choix qui concernent la forme, l'emplacement et l'orientation de la bibliothèque (*Séquences 7 et 8*). Cette bibliothèque est à considérer ici comme étant un élément central du projet.

#### Exemple 5 : placer la bibliothèque dans le projet

C1- Ça t'embête alors que la bibliothèque soit à l'écart.

C2- Oui, car ça peut être un élément sympa justement dans le projet... Parce que, finalement, des classes: « c'est rectangulaire » pour diverses raisons...

--> Échelle socioculturelle et Échelle géométrique

C2- (suite)... Alors qu'on peut avoir la bibliothèque en partie centrale... Ça permet de structurer ton entrée...

C1- On peut partir là-dessus effectivement ... Se servir de ça comme **symbole central**, aussi.

C2- Ça peut être **l'image du truc** ... il peut être un élément particulier...

C1-Peut-être un élément rond...

--> Échelle symbolique formelle et Échelle géométrique

C2- (suite)... Et donc pour aller à cette bibliothèque, ils vont y aller classe par classe, tranquillement... il ne faut pas non plus que ça soit au niveau de l'entrée... La bibliothèque : c'est un espace où les enfants y vont classe par classe, ils n'y vont pas tous ensemble...

C1- Cette bibliothèque, on peut la voir aussi **comme celle qu'on a faite à Vincennes**, on l'a intégrée dans le préau puis on l'a quand même laissée à l'écart pour la tranquillité. Il faut qu'ils soient tranquilles pour ne pas être gênés par les autres...

--> Échelle socioculturelle et **Échelle de modèle**

C2- (suite)... Je suis assez d'accord... c'est juste qu'en fait la bibliothèque pourrait être aussi un **élément sur lequel l'accès va se faire autour... peut-être un escalier autour...**

--> Échelle fonctionnelle

Dans l'exemple ci-dessus (*Séquence 8, exemple 5*), une *surdétermination d'échelles* permet de penser les opérations de *mesure* spécifiques à l'espace « bibliothèque » :

*L'échelle symbolique formelle* définit un premier point de vue par lequel on peut penser les *mesures* de cette bibliothèque. A partir d'une *échelle géométrique*, la bibliothèque est aussi pensée comme un « *élément rond* » dans le projet qui se réfère :

- d'une part, à un autre projet « *la bibliothèque de Vincenne* » pour illustrer le point de vue de l'architecte (*échelle de modèle*<sup>53</sup>)
- et d'autre part, à des conventions socioculturelles liées à la manière d'accéder à la bibliothèque « *ils y vont classe par classe et non tous ensemble* » pour justifier son emplacement dans le projet (*échelle socioculturelle*<sup>54</sup>).

Cet exemple montre la manière dont est structuré le processus de conception en tant que *système complexe* de choix de *différentes opérations de mesure* qui définissent l'espace architectural ; même si tous les agencements ne sont pas clairement identifiables (Boudon et al., 2000, p. 194). En effet, il est difficile de séparer toutes ces échelles qui œuvrent en commun. Ainsi, une *échelle* peut renvoyer à différentes opérations de nature variée qui ne sont pas toujours identifiables en tant qu'opérations simples. La bibliothèque manifeste ici des opérations de *découpage*, *positionnement* et *dimensionnement* vertical du projet de l'école. La forme de la bibliothèque, ainsi que son emplacement, sont déterminés par un *découpage* suivant deux *niveaux de conception* principaux : l'un relativement à une *échelle symbolique formelle*<sup>55</sup>, l'autre relativement à une *échelle socioculturelle* (*Séquence 8*).

D'autres échelles ont aussi ponctué le processus de conception conférant au projet de nouvelles opérations de *mesure*. Par exemple, en plaçant plusieurs éléments du programme dans le terrain représenté sur leur fond de plan (*échelle fonctionnelle*), les concepteurs se rendent compte que les espaces créés ne sont pas à l'échelle et qu'ils ont omis certains éléments du programme (*Séquence 11*). Ils décident alors de revoir leur aménagement et de *repositionner* les différents espaces du programme relativement aux dimensions indiquées sur le plan qui leur a été donné (*échelle cartographique*<sup>56</sup>) (*exemple 6*).

Exemple 6 : revoir les dimensions du projet relativement à l'échelle graphique indiquée sur le plan partagé

<sup>53</sup> *L'échelle de modèle* : (Boudon et al., 2000, p. 177) : Concevoir l'espace en se référant à un modèle précis, celui de la maison de Mario Botta : Le concepteur s'inspire du nouveau modèle pour concevoir son espace. Dans ce cas, il ne reprend que sa forme.

<sup>54</sup> *L'échelle socioculturelle* : (Boudon et al., 2000, p. 176) : « Prendre en considération des conventions, des formes traditionnelles ou autres héritages socioculturels, pour donner forme et mesure à une partie ou un tout de l'espace architectural ».

<sup>55</sup> *L'échelle symbolique formelle* : (Boudon et al., 2000, p. 170) : « Concevoir l'espace architectural en conformité avec une forme symbolique, forme à travers laquelle un contenu spirituel particulier est associé à un signe sensible concret ».

<sup>56</sup> *L'échelle cartographique* : (Boudon et al., 2000, p. 182) : « Etablir le rapport d'une mesure dans l'espace de représentation à la mesure réelle qu'elle représente, en tenant compte d'un point de vue pertinent ».

C1- On fait un cube très vitré par là qui permet d'avoir une verticalité sur le hall, ce qui donne une grande ouverture...

C2- Oui,... mais attends, si tes classes sont mises comme ça, il y a forcément un problème de dimension dans ce qu'on dessine...

C1- Ce n'est pas à l'échelle...

C2- Non, je pense que ce n'est pas tout à fait à l'échelle... c'est bien plus petit... effectivement, on déborde de cette ligne là, mais en débordant là-dessus, on prend de l'espace du côté du réfectoire.

C1- Bon, c'est vrai que tu l'as un peu décalé, mais ça reste un élément assez petit, pour 240 élèves qui descendent en même temps...

--> Échelle cartographique, Échelle géométrique et Échelle humaine

D'autres échelles architecturologiques ont été mises en œuvre dans le processus :

- *l'échelle de voisinage*<sup>57</sup> : Pour résoudre le problème de l'orientation au niveau des salles de classe, les concepteurs proposent de *recouper* l'espace de manière à créer un éclairage zénithal à partir d'ouvertures. Celles-ci se trouveraient au niveau de la toiture terrasse qui est aménagée et pensée par les architectes selon le contexte urbain avoisinant le projet (*Séquence 3, exemple 7*) ;

Exemple 7 : créer une toiture terrasse tout en prenant en compte le contexte

C1- Pour l'orientation, tu peux avoir des ouvertures dans la toiture qui font que tu récupères de la lumière... une toiture terrasse par exemple ...

C2- Après ça dépendrait du contexte urbain autour, ce qu'il y a de l'autre côté...

--> Échelle de voisinage (degré zéro : décider de ne pas tenir compte du voisinage)

- *l'échelle économique*<sup>58</sup> : Voulant mettre en valeur l'espace d'accueil, un des deux architectes *recoupe* l'espace de manière à créer un hall vitré, au niveau de l'entrée, qui serait traversé par l'arbre remarquable. Cette solution pourrait, selon lui, être mise en œuvre car le budget est « *disponible et confortable* » (*Séquence 10, exemple 8*).

<sup>57</sup> *L'échelle de voisinage* : (Boudon et al., 2000, p. 171) : « *Attribuer des mesures par contiguïté, relativement à des éléments appartenant au voisinage et induisant une continuité spatiale* ».

<sup>58</sup> *L'échelle économique* : (Boudon et al., 2000, p. 180) : « *Concevoir une partie ou un tout de l'espace architectural en relation avec leur coût, ou en se livrant à des jeux possibles d'échanges de coûts entre diverses parties de cet espace architectural* ».

**Exemple 8 : placer la bibliothèque dans le projet**

C2- Le hall peut venir encadrer l'arbre... c'est à dire que le tronc pourrait très bien traverser l'ouverture...

C1- Attends, là ça va loin... laisser le hall à l'extérieur, ça coûte trop cher...

C2- C'est marqué « budget disponible et confortable ».

C1- Il a intérêt à être confortable... pour 6 classes, ce n'est pas évident à faire...

--> ***Échelle économique*** (degré zéro : décider de ne pas tenir compte du budget)

Ces échelles architecturologiques sont en *juxtaposition* et déterminent différentes *mesures* du projet.

Ainsi, les deux architectes travaillent entre une vision globale de leur projet et des visions marquant différents niveaux de conception opérés par une ou plusieurs pertinence(s).

Des relations en chaîne entre ces échelles participeraient alors à l'attribution de *mesures*. Mais en priorisant une échelle à une autre, les concepteurs privilégient un ensemble de pertinences reliées par des choix qui s'enchaînent tout au long du processus itératif. Ce groupement de pertinences renvoie à des opérations elles-mêmes reliées par nécessité (relation dite *en cascade*) ou par un choix (relation dite *de relais*) marquant ainsi le passage d'un moment de conception à un autre. Chaque moment de conception ouvre de nouvelles potentialités de *mesure* dont les concepteurs peuvent s'emparer par l'intermédiaire d'opérations transformant un modèle en un autre dans une *temporalité formelle*<sup>59</sup>.

Autres classes d'opérations de conception mises en jeu dans le processus :

Les classes d'opérations de conception constitutives de la conception du projet, comme vues plus haut, sont principalement portées par une réflexion commune autour de l'insertion du programme dans le site. D'autres moments ponctuent par ailleurs le processus mais ne portent pas, du moins directement, sur des opérations de *mesure* du projet à concevoir.

Par exemple, lorsque les deux architectes se retrouvent confrontés à un problème lié au manque de repères graphiques dans l'outil SDC, ils discutent longtemps de la solution à adopter. Ils tentent de s'appropriier autrement l'outil et construisent ensemble une procédure d'utilisation d'outil. Leur procédure consiste, dans ce cas, à utiliser une règle graduée et à figer la représentation du projet, sans possibilité de zoomer, au

<sup>59</sup> La *temporalité formelle* comme génératrice d'ordre et de succession d'échelles architecturologiques est à distinguer d'une *temporalité* dite *empirique* du projet qui est liée à ses phases ou à ses acteurs.

risque de perdre les repères graphiques fixés en amont. Pour ces deux architectes, l'importance de ce repère graphique est telle qu'au bout d'une heure et quart de collaboration, ils ont dû arrêter l'exercice de conception car ils n'étaient plus certains de l'exactitude des dimensions conférées au projet.

Lors de l'entretien post-expérience, ils soulignent ensemble le fait qu'« *il est difficile d'élaborer un projet sans échelle* » (entretien EXP 1, 20/03/10: cf. Annexe 9 – Chap 4). Si l'esquisse conçue et représentée par les deux architectes ne s'insère pas réellement dans le site, ils seraient contraints de changer leur esquisse, leur idée et leur conception. Ils affirment même que « *Tout peut-être remis en cause* » (entretien EXP 1, 20/03/10: cf. Annexe 9 – Chap 4) : d'où l'importance pour eux d'intégrer cette fonction de repère graphique dès les premières phases de conception du projet architectural.

Entretien post-expérience EXP 1 :

« Dans ce projet, on a dû, au bout d'un moment, arrêter car de toutes les façons ce qu'on a dessiné n'est probablement pas à l'échelle... Tout à l'heure, on a dit qu'on pouvait mettre les trois classes dans un certain sens... on imagine sur la feuille que ça rentre parce qu'on a calculé approximativement les surfaces et puis on se rend compte que tout cela ne rentre pas : ça fait remettre tout en cause et c'est un peu dommage. Pour dessiner un projet cohérent, au bout d'un moment, il faut mettre en place des surfaces mais après, l'outil qu'on a ne nous permet pas de faire et/ou de vérifier des surfaces exactes, donc on dessine un projet sans être sûr du résultat... néanmoins, on a pu élaborer des idées et des orientations à partir et grâce à cet outil ».

(Entretien EXP 1, 20/03/10: cf. Annexe 9 – Chap 4).

D'autres séquences portées sur la collaboration entre les deux architectes et/ou sur leur mode d'utilisation de l'outil prennent une place non négligeable dans le processus de conception.

Analysons de plus près un exemple pour comprendre comment interviennent ces séquences dans le processus de conception :

Exemple 9 : dessiner la limite d'insertion du projet dans le site

C1- déjà, il faut se mettre à 7m de la rue...

C2- attends, j'augmente un peu pour voir, parce que moi, je ne vois pas grand' chose... alors j'appuie là ... je zoome... et bien moi je ne lisais pas du tout ça ... et donc là, c'est 15m...

C1- oui, dans les 15m, il faut reculer de 7m... ça veut dire qu'on prend la moitié ici ...

C2- attends, je mets un calque... bon, je vais le nommer PLAN ... et donc sur ce plan, je vais me mettre à 7m... (C2 dessine une ligne et écrit 7m)

C2- ... et dans cette bande là de 15m, il ne reste plus que 7m, qu'est-ce que tu peux y mettre? ...

C1- les deux niveaux seront superposés... On a 3m d'écart sur le rocher... Donc on peut automatiquement faire des classes au niveau de la cour et des classes à l'étage ... Et du coup, on a un préau ...

Dans cet exemple, les deux concepteurs formalisent les contraintes définies dans le programme sur un fond de plan qu'ils partagent à distance. Cette séquence porte sur *l'échelle géographique (1)* à partir de laquelle les concepteurs *découpent* et *redimensionnent* le projet relativement aux contraintes urbanistiques du site. Il s'agit, dans ce cas, de limiter, par une ligne, la zone constructible dans le terrain qui se trouve à 7 mètres de la rue.

Pour ce faire, les deux collaborateurs passent de séquences qui concernent la conception (*souligné en pointillé*), où le projet architectural se trouve au centre de leur discussion, à d'autres séquences pendant lesquelles les concepteurs discutent de la manière d'utiliser l'outil (*souligné en trait continu*) et de ce qu'ils ont compris du plan qui leur a été donné (*souligné en trait discontinu*).

C1- déjà, il faut se mettre à 7m de la rue (1)

C2- attends, j'augmente un peu pour voir (2), parce que moi, je ne vois pas grand' chose (3,8)... alors j'appuie là ... je zoome (3,9)... et bien moi, je ne lisais pas du tout ça ... et donc là, c'est 15m (4, 10)...

N'ayant pas une même vue du plan (puisque'une des deux tables graphiques projette le plan en format A0 alors que l'autre le projette en format A4), l'un des deux architectes demande d'agrandir le plan en réalisant un zoom pour mieux voir les dimensions inscrites sur le terrain. Pour cela, C2 prévient C1 que :

- 1- il va agrandir l'image pour mieux voir le projet ; il construit ainsi une règle d'utilisation de l'outil (*construction de règles d'usage de l'outil (2)*) ;
- 2- Il précise et informe C1 que l'outil ne lui donne pas la même perception du projet (*mise en commun relativement à l'usage de l'outil (3)*) ;
- 3- Il évalue le cadrage offert par l'outil du projet (*évaluation relativement à l'usage de l'outil (8)*) ;
- 4- Il repositionne le projet relativement à l'espace de travail offert par l'interface projet (*positionnement relatif à l'outil (9)*).

Toutes ces opérations cognitives mises en œuvre par C1 sont relatives au *fonctionnement de l'outil*, marquant ainsi de nouvelles classes d'opérations cognitives

dans le processus de collaboration et qui ne concernent pas la conception même du projet architectural.

Ensuite, en voyant que le premier plateau du terrain avait en réalité une largeur de 15 mètres, C2 informe son collaborateur des dimensions pertinentes qui participent aux choix des *mesures* du projet. Il met ainsi en commun de nouvelles informations qui définissent, confirment et précisent le contexte du projet en interprétant ce qui est inscrit sur l'espace de travail partagé. Ici l'architecte met en œuvre une *opération de collaboration de mise en commun* (4), additionnée à une autre *opération de collaboration d'interprétation* (10).

En réponse, C1 demande à C2 de marquer la limite de construction en « reculant de 7 mètres » de la rue. Il fait ainsi une *opération de collaboration de prescription* (5) par laquelle il impose à C2 des directions qui concernent les *mesures* du projet. Puis, C1 fait une réinterprétation de ce qu'il voulait dire par "il faut reculer de 7m" en suggérant à C2 de prendre « la moitié de la distance de 15 mètres » indiquée sur le plan partagé et formalisée par le tramage offert par l'outil (*interprétation du mode d'utilisation de l'outil* (11) en se réappropriant le tramage comme repère pour dimensionner les limites du projet architectural et *construction de règles d'usage* (6)).

C1- *oui, dans les 15m, il faut reculer de 7m* (5)... *ça veut dire qu'on prend la moitié ici* (11,6)...

C2- *attends, je mets un calque, pour ne pas s'embrouiller après* (2,12)... *bon, je vais le nommer PLAN ... et donc sur ce plan, je vais me mettre à 7m... j'écris 7m* (3,4)... (*C2 dessine une ligne et écrit 7m*)

En réponse à C1, C2 prévient qu'il doit d'abord créer un calque sur lequel il va inscrire les limites de construction pour pouvoir ainsi gérer au mieux les différents calques mis en place par la suite (*construction de règles d'usage de l'outil* (2)). Pour ce faire, il demande à C2 de l'attendre afin qu'il puisse créer son propre calque de travail (*opération de collaboration d'autonomisation* (12)). Ensuite, il décrit, oralement, la manière avec laquelle il utilise l'outil : « je vais nommer », « je me mets à 7m », « j'écris 7m » (3). Il inscrit au même moment, sur le plan partagé par les 2 collaborateurs, l'information qui concerne les limites de construction du projet. Il informe et reprécise ainsi à C1 que la ligne dessinée sur le plan concerne bien la limite du terrain à 7 mètres de la rue (4). Deux opérations distinctes de *mise en commun* sont ici mises en œuvre par C2, la première est relative à l'*usage de l'outil* (3), la deuxième est issue de la situation de *collaboration* (4).

C2 fait une autre *opération de collaboration de mise en commun* en confirmant à C1 qu'« il ne reste plus que 7mètres » pour placer les éléments du programme au niveau du premier plateau (4). Il demande alors à C1 ce qu'ils peuvent y mettre et comment aménager l'espace restant du terrain.

C2- ... et dans cette bande là de 15m, il ne reste plus que 7m (4), qu'est-ce que tu peux y mettre? (7)...

C1- les deux niveaux seront superposés (7)... On a 3m d'écart sur le rocher (4)... Donc on peut automatiquement faire des classes au niveau de la cour et des classes à l'étage (7)... Et du coup on a un préau (7,10)...

C'est ainsi que les deux concepteurs passent d'une réflexion autour de l'insertion de projet dans le site (*échelle géographique (1)*) à une *échelle fonctionnelle (7)*.

C1 commence alors à réfléchir sur les distributions des salles de classe et des autres éléments du programme relativement à l'encombrement restant pour la construction du projet. Différentes *opérations élémentaires de conception* sont mises en œuvre par C1 :

- *dimensionnement*: C1 dimensionne l'encombrement restant pour la construction du projet ;
- *découpage*: C1 découpe le projet relativement aux contraintes imposées par le programme. Il ne s'intéresse ici qu'au positionnement et orientation des salles de classe sur le terrain indépendamment des autres éléments du programme ;
- *positionnement* : C1 positionne les salles de classe sur le site de manière à créer un préau.

Pour ce faire, C1 rappelle à C2 qu'il y a 3 mètres d'écart entre les deux plateaux (*opération de collaboration de mise en commun (4)*). Il fait aussi intervenir une *opération de collaboration d'interprétation (11)* par laquelle il se réapproprie sa propre proposition, en expliquant que la superposition des salles de classe pourrait créer un nouvel espace intermédiaire qui sera le préau. Cette *opération pragmatique de collaboration* interfère directement sur les *mesures* du projet, ses *dimensions* et ses *découpages*.

Cet exemple met en avant des séquences particulières qui participent aussi au processus de la conception architecturale en situation de collaboration distante. Ces séquences qui concernent des classes d'opérations cognitives - autres que celles définies en architecturologie - se recoupent, s'insèrent et interagissent (*intentionnellement* et/ou *implicitement*) avec les différentes *classes d'opérations élémentaires de conception* qui définissent les opérations de *mesure* de l'espace architectural.

#### 4.2.3 Exemple 2 : Cas d'une conception d'un *hôtel de luxe*

Cet exemple a été analysé de la même manière que le premier. Il concerne la deuxième expérimentation réalisée en laboratoire, qui traite de la conception d'un projet d'hôtel de luxe.

Ce second cas d'analyse permet de vérifier si nos résultats dépendent du programme du projet, en termes *d'opérations cognitives de conception* mises en jeu lors de ce processus collaboratif.

#### 4.2.3.1 / Acteurs et habitudes de travail

Cette expérimentation (EXP 2, 05/06/10) réunit deux jeunes architectes (30 et 37 ans) travaillant dans une même grande agence d'architecture (Architecture Studio, cf. Chap. 2, p. 89) que nous repèrerons dans la suite du texte par Z et B. L'un pratique depuis 5 ans et l'autre depuis 11 ans.

Comme à l'issue de toutes les expérimentations un entretien avec les deux concepteurs a été réalisé sur leurs habitudes et leur manière de travailler ensemble autour d'un projet architectural. Ces deux architectes travaillent ensemble dans le cadre de différents projets de l'agence.

Dans leur propre pratique, ils esquissent autant à main levée qu'avec un logiciel de CAO.

*« L'idée c'est de faire une alternance, un aller-retour entre l'outil et l'esquisse à la main ». (Entretien, EXP 2, 05/06/10).*

Ils soulignent aussi l'importance des points de vue qu'offre chacun des médias :

*« On ne voit pas la même chose, ce qu'on voit à l'ordinateur, on ne le voit pas forcément lorsqu'on dessine et réciproquement, je pense que c'est assez cyclique ... néanmoins, c'est rare que la première action de conception soit d'ouvrir un fichier... on commence généralement à dessiner quelque chose à la main, mais on arrive de plus en plus à aller très vite sur une machine ... ce qui n'empêche pas par la suite de revenir très vite au dessin à la main ». (Entretien, EXP 2, 05/06/10).*

Les deux architectes insistent néanmoins sur l'importance du dessin à main levée dans les phases préliminaires de conception.

*« Il faut une certaine souplesse dans la conception... la machine oblige à aller systématiquement vers une chose précise et faire des choix qui embourbent l'esprit et qui n'ont aucun intérêt, de savoir si c'est 6,4 ou si c'est 6,5... ». (Entretien, EXP 2, 05/06/10).*

Cette méthode de travail provient aussi de leur pratique en agence. L'un comme l'autre alterne l'esquisse faite à main levée et le dessin réalisé *via* des outils numériques, ce qui leur permet, selon eux, d'avoir deux points de vue différents du projet architectural.

Les deux collaborent souvent avec des architectes issus de différentes nationalités et origines dans cette agence d'architecture dont la spécificité est d'avoir une activité tournée vers l'international. Les deux concepteurs parlent même de « culture du

groupe », où la conception se fait généralement en présence, autour d'une table, surtout en phase esquisse.

*« C'est difficile déjà physiquement de dessiner à plusieurs, même si parfois ça se fait, mais quand il y a de grands calques de la taille d'un A0... on arrive comme ça à dessiner dans des zones ; il y en a même certains qui grattent des trucs directement sur la feuille ».* (Entretien, EXP 2, 05/06/10).

Selon eux, cette manière de travailler ensemble, même pour utiliser le SDC, est dûe à leur « culture du groupe » au sein de laquelle les supports du projet sont des éléments de communication :

*« C'est à dire qu'on communique des informations à travers des calques par niveaux superposés puisqu'on peut avoir plusieurs intervenants sur un même support. Donc on n'a pas forcément une sensation de s'approprier le document ».* (Entretien, EXP 2, 05/06/10).

Le calque de travail devient donc un calque partagé, dès le début de la phase esquisse, par l'ensemble des intervenants qui travaillent autour de la conception du projet architectural. Très vite, les concepteurs se trouvent à l'aise dans l'utilisation du SDC car son usage ressemble à leur pratique en agence.

Pour assurer le partage des calques par les différents acteurs du projet, une « manière de faire » est définie, en amont, par l'agence d'architecture. L'ensemble de ces collaborateurs sont alors formés, dès leur entrée à l'agence, à s'aligner au mieux aux directives définies de manière *a priori* par ses dirigeants.

Ainsi, reprenant les mêmes procédures qu'ils ont acquises en agence, les deux concepteurs décident, dès le début de leur travail sur la conception de l'hôtel de luxe, d'adopter le même code de couleur qu'ils utilisaient dans leurs pratiques: le tracé rouge pour les contraintes et éléments non modifiables du projet et le vert pour les murs et les cloisons.

Nous voyons ici que le référentiel commun construit en agence a été utilisé et transposé par analogie dans ce nouveau cadre de travail. Les deux concepteurs ont néanmoins réajusté leurs procédures et méthodes relativement à l'outil qu'ils utilisent pour la première fois pour leur activité de conception.

#### **4.2.3.2 / Description des séquences marquantes de l'activité**

Le projet conçu dans le cadre de cette expérimentation concerne un hôtel de luxe s'insérant dans un terrain plat adossé à une colline dont le dénivelé est de pente Sud-Ouest (80%).

A cet effet, ils partagent un fond de plan représentant le terrain sur lequel il faut implanter l'hôtel et qu'ils annotent tout au long du processus. Ils partagent aussi un programme accompagné d'image du terrain et de son contexte urbain modélisé en 3D.

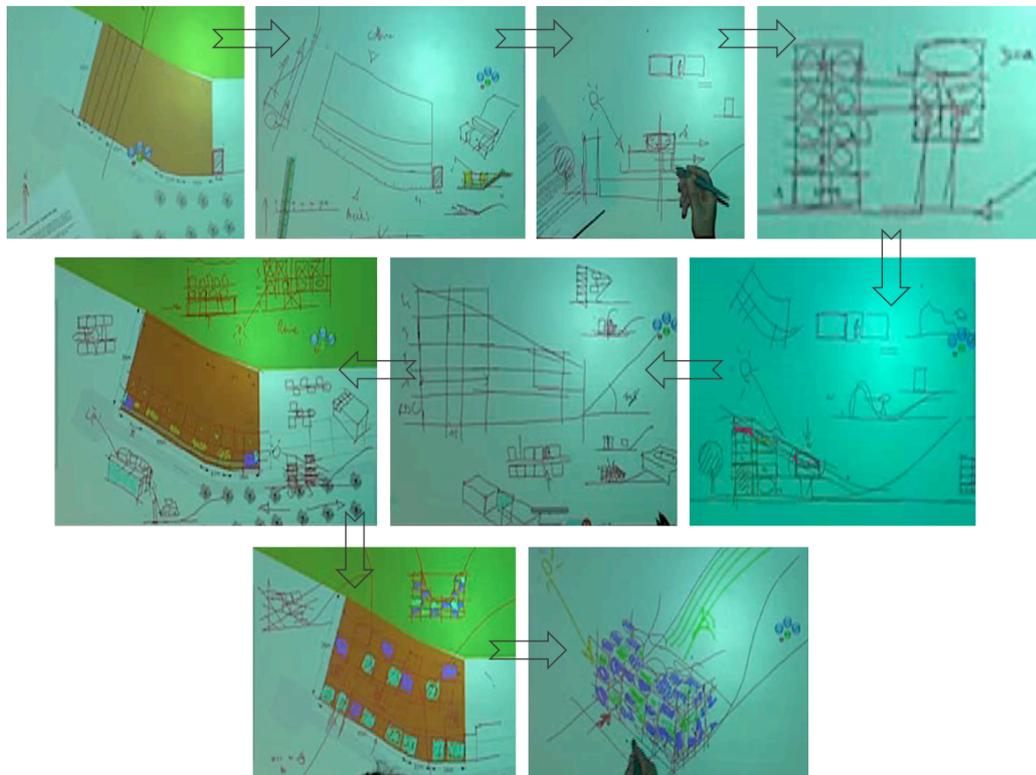


Figure 39: Les principales séquences constituant le processus de conception (EXP 2)

Un découpage des différentes séquences (cf. figure 39) qui composent le processus de conception a été réalisé permettant de décrire, de manière détaillée, les moments importants qui composent ce processus. A partir de cette reconstitution, nous décrivons et analysons dans la section suivante les échelles architecturologiques et les opérations de conception mises en jeu dans ce cadre.

#### (Séquence 1)

Prendre en compte les contraintes urbanistiques.

Tout comme pour la première expérimentation, le processus commence par une première lecture des données du projet. Les deux architectes commencent par se créer un calque qu'ils nomment « règles » et sur lequel ils insèrent toutes les contraintes urbanistiques qu'ils doivent prendre en compte. Ils choisissent spontanément le rouge pour représenter ces contraintes qui ne peuvent être discutées dans le projet (s'alignant ainsi à leur méthode de travail en agence). Mais pour pouvoir s'aligner à ces contraintes, ils commencent d'abord par définir l'échelle du document sur lequel ils travaillent et annotent pour la conception du projet. Ensuite, ils marquent en rouge la limite du voisinage ayant un mur mitoyen avec le terrain. Après, ils tracent une ligne marquant l'alignement du projet avec le gabarit des

bâtiments existants et avoisinants. Sauf que les architectes ne tombent pas d'accord sur l'interprétation qu'ils ont du programme. Après discussion, ils se mettent d'accord sur les contraintes d'alignement dans lesquelles doit s'insérer le projet.

(Séquence 2)

Prendre en compte le terrain.

Pour visualiser l'effet de la pente de la colline sur le terrain, les architectes dessinent une coupe longitudinale. Pour ce faire, ils créent un calque « coupe ». Mais en relisant le terrain, ils ne comprennent pas tout de suite le sens de la pente. Alors ils discutent et tombent tous deux d'accord sur l'emplacement de cette pente dans le terrain. En dessinant cette coupe, ils y insèrent de suite la hauteur maximum permise par les contraintes urbanistiques du projet. Ils dessinent 4 niveaux sans pour autant définir la forme du projet.

(Séquence 3)

Créer une chambre type afin de définir la trame du projet.

Les deux architectes tendent à s'entendre sur les dimensions types d'une chambre. Ils commencent par essayer de visualiser l'encombrement de 100 chambres sur le terrain pour vérifier s'il y a assez de place ou pas. Ils créent ensuite une trame sur la base de la taille d'une chambre qui fait 6x5. Ils y intègrent la circulation pour visualiser l'encombrement maximum de ces chambres dans le terrain.

(Séquence 4)

Positionner les chambres relativement à la colline.

En plaçant cette trame, les architectes se posent la question de l'orientation et du positionnement des chambres relativement à l'emplacement et aux points de vue offerts sur la colline. Les architectes réfléchissent ensemble à la forme globale du projet. Ils proposent de reprendre par symétrie la forme de la colline offrant ainsi des points de vue différents sur la colline à partir d'un système de terrasse. Mais la colline étant orientée Nord, la forme ainsi fixée offre une très mauvaise qualité de lumière à ces chambres. Ils commencent donc à donner plusieurs propositions, jusqu'au moment où ils comprennent que d'autres éléments sont à intégrer dans le programme, ce qui pourrait complètement transformer l'emprise du projet dans le terrain.

(Séquence 5)

Insérer d'autres éléments au programme

Lors de la relecture du programme, les architectes comprennent qu'ils doivent prévoir plus d'espace pour le projet. Z propose alors de rajouter

encore une barre de chambres mais en décalage avec celle qui vient au-dessus. B n'est pas d'accord avec cette proposition car il sait que les canalisations doivent se superposer d'une part et que du point de vue fonctionnel, cette organisation des chambres rend leur entretien et leur gestion difficiles, d'autre part. Donc B refait une nouvelle proposition complètement différente.

*(Séquence 6)*

Positionner différemment les chambres relativement à la colline, en leur conférant aussi des fonctions :

B crée deux barres, une avec des chambres de part et d'autre du couloir, l'autre suspendue laissant entrevoir la colline. Il soulève que cette proposition reste néanmoins chère mais le programme indique qu'il n'y pas de budget limité dans ce projet. Z propose alors une autre organisation des chambres sur des plateformes suspendues et en gradins qui soit plus adéquate à la forme de la colline en face. Alors B décide de mixer les deux propositions, en proposant des jeux de terrasses organisées en gradins, avec des toitures terrasses, reprenant ainsi (par symétrie) la forme et le traitement de la colline, dans le projet.

*(Séquence 7)*

Intégrer le programme dans le projet

B et Z tentent de placer les différents éléments du projet dans la forme qu'ils ont choisie par consensus. B commence par placer le hall, le meeting room, les bureaux et les suites donnant sur la colline. Z lui propose de mettre les suites plus en hauteur mais B argumente son choix en expliquant qu'il a cherché à isoler les suites du reste du projet pour préserver l'intimité de ces espaces. Puis B réinterprète l'idée pour la réexpliquer à Z : il s'agit de reprendre la courbe de la colline par symétrie, et ainsi assurer un maximum de lumière naturelle à toutes les chambres.

*(Séquence 8)*

Refaire une coupe à l'échelle sur le terrain pour arrêter et acter la forme du projet.

B reprend un calque et redessine une coupe du projet en mettant à l'échelle l'ensemble des éléments qui le composent. C'est là que la question de l'éclairage naturel des couloirs se pose. Ils décident alors de tramer le volume en des espaces pleins et vides pour faire accéder la lumière au couloir. B et Z se rendent compte que leur choix de départ n'est pas valide car ils ne peuvent pas y insérer tout le programme tel qu'ils l'auraient imaginé. Ils remettent alors en cause leur choix, pour trouver une nouvelle proposition qui s'insère parfaitement dans le site, tout en respectant le programme. Ils décident alors de revenir au plan pour revoir, reprendre et refaire leur proposition.

*(Séquence 9)*

Refaire une proposition à deux et remettre à jour le plan.

Z et B commencent par placer les différentes entrées (entrée principale et entrée livraison), puis B dessine la trame pour placer le nombre de chambres nécessaires et demandées, dans le terrain. Z propose alors une organisation de chambres en retrait par rapport à la rue et en quinconce, pour éviter de la percevoir et laisser ce retrait disponible pour les circulations. B n'étant pas trop d'accord avec cette organisation propose, encore une fois, une solution intermédiaire avec une organisation de chambres en quinconce tout en préservant une circulation centrale et non latérale en façade. Il propose donc de superposer 3 trames : une trame pour les chambres, une autre pour les circulations, et une troisième pour le patio. Il parle de « damier à 3 plans ». Après consensus, Z et B s'entendent alors sur cette proposition et décident de refaire le plan sur la base de ce nouveau principe d'organisation. Ils parlent de « maille spatiale » permettant d'avoir des transparences à différents points du projet. Le projet offre ainsi deux possibilités : des chambres qui privilégient la lumière (donnant sur la rue) et d'autres qui privilégient la vue (donnant sur la colline). Mais pour acter ce choix, plusieurs coupes et axonométries sont créées tout autour du plan pour confirmer ou infirmer certaines décisions prises au début du processus. Ils reprennent alors le plan en créant ces maillages tout en reprenant la forme (en symétrie) de la colline, telle qu'ils ont imaginé le projet.

*(Séquence 10)*

Discuter de l'aménagement des chambres pour fixer les dimensions définitives du bâtiment.

Pour reprendre le plan en respectant le programme, les deux concepteurs décident de redéfinir les dimensions d'une chambre en y insérant les aménagements nécessaires.

*(Séquence 11)*

Mettre au propre l'ensemble des choix : Création d'un plan et d'une axonométrie à deux mains.

Ne disposant plus que d'un quart d'heure avant l'arrêt de l'expérimentation, les deux concepteurs décident de mettre au propre leur choix en dessinant un plan et une axonométrie qui résumeraient les principaux choix qu'ils ont optés. Pour le plan, ils commencent à pocher, sur la trame qu'ils ont créée, les parties opaques (en bleu foncé) et les parties transparentes -laissant passer la lumière naturelle dans les couloirs - (en bleu clair) dans le projet. Ils prennent le choix de réaliser un tramage irrégulier pour garder une dynamique dans le plan. Cette trame se fait à deux mains où chacun poche les parties qu'il pense intéressantes à mettre

en transparence. Tout en réalisant ce tramage, ils spécifient les entrées, l'emplacement des circulations verticales et horizontales ainsi que la forme de la cour centrale (une forme de vague). Ils définissent ainsi l'encombrement du projet dans le terrain. A partir de là, ils créent à deux mains une axonométrie : l'un dessine la forme du projet dans le terrain, pendant que l'autre trame le bâtiment ; ensuite, l'un reprend le tramage, pendant que l'autre définit les deux courbes qui donnent forme au projet ; après, l'un redessine (sous forme de galet) les espaces issus de la trame, pendant que l'autre efface des traits pour diminuer la densité de la trame et nettoyer l'axonométrie. Enfin, l'un trame les parties transparentes pendant que l'autre se charge des parties opaques : tout ceci s'est fait sur un même dessin du projet en axonométrie.

#### 4.2.3.3 / Analyse architecturologique des séquences de conception

Des schémas, des croquis, des axonométries, des plans et des échanges oraux se succèdent tout au long du processus. Ces représentations graphiques et orales produites construisent une réflexion commune autour de l'insertion du programme dans le site. Cette réflexion relève principalement de l'« échelle géographique » et de l'« échelle fonctionnelle ». Tout au long de la conception, des propositions sont mises en jeu, évaluées, remises en cause, puis validées par consensus par les deux collaborateurs.

##### Les échelles architecturologiques mises en jeu dans le processus :

Les deux concepteurs commencent à réfléchir ensemble sur l'insertion du terrain dans le site relativement aux contraintes urbanistiques qu'ils doivent prendre en compte. (*Séquence 1*). Ce premier moment de conception est marqué par une « échelle géographique » qui, dans ce contexte, est dite *initialisante* pour la conception du projet architectural. Pour ce faire, ils commencent par interpréter le programme en formalisant en rouge les contraintes à considérer dans le projet. Mais pour pouvoir s'aligner à ces contraintes, ils redimensionnent le document graphique qu'ils partagent et sur lequel ils travaillent et annotent pour la conception du projet. Ensuite, ils marquent en rouge la limite du voisinage ayant un mur mitoyen avec le terrain. Ici un autre moment de conception entre en jeu : c'est l'*échelle de voisinage*. Ensuite, ils tracent une ligne marquant l'alignement du projet avec le gabarit des bâtiments existants et avoisinants. Ici, ils remettent en jeu le même moment de conception qui concerne l'*échelle géographique*. Mais les architectes ne tombent pas d'accord sur l'interprétation qu'ils ont du programme. Après discussion, ils se mettent d'accord par consensus sur les contraintes d'alignement dans lesquelles doit s'insérer le projet. Ils se construisent ainsi un *référentiel opératif commun* à partir duquel démarre la conception du projet. L'« échelle géographique » semble relever d'un choix initial dans la conception du projet architectural. Celle-ci entraîne la prise en considération de quatre éléments majeurs qui paraissent importants pour les deux concepteurs : les dimensions de la parcelle, la fonctionnalité du projet, la forme du terrain et son orientation. L'*échelle géographique* partagée ici est souvent associée à une « échelle

*fonctionnelle* », à une « *échelle parcellaire* », une « *échelle de visibilité* » et une « *échelle géométrique* » qui structurent le projet.

En effet, une fois les contraintes urbanistiques posées, les concepteurs créent un calque « coupe » (*Séquence 2*). Ils y insèrent de suite la hauteur maximum permise (*Séquence 3*) ainsi que la trame définie par l'encombrement des chambres (*Séquence 4*) relativement à l'*échelle parcellaire*. Ensuite, ils reprennent par symétrie la forme de la colline offrant ainsi des points de vue différents sur la colline à partir d'un système de terrasse (*Séquence 5*). Par une *échelle géométrique* et une *échelle de visibilité*, les deux concepteurs définissent la forme du projet.

Même si ces deux *échelles* sont partagées, discutées, négociées par les deux concepteurs, elles restent néanmoins mises en œuvre différemment (*Séquence 6*). En effet, l'un des architectes privilégie l'orientation des chambres relativement à l'emplacement du soleil, l'autre préfère réinsérer la colline dans la manière de donner forme au projet. Toutes ces *échelles collaboratives* sont donc mises en œuvre et interprétées différemment par les concepteurs relativement à la *méta-échelle géographique*. Mais l'objectif demeure le même : celui de choisir l'emplacement, l'orientation, les dimensions et les points de vue offerts par les chambres relativement au site. D'ailleurs, lors de la *Séquence 6*, B crée deux barres, une avec des chambres de part et d'autre du couloir, l'autre suspendue laissant entrevoir la colline. Z propose alors une autre organisation de chambres sur des plateformes suspendues et en gradins qui soit plus adéquate à la forme de la colline en face. Alors B décide de mixer les deux propositions, en proposant des jeux de terrasses organisées en gradins, avec des toitures terrasses, reprenant ainsi (par symétrie) la forme et le traitement de la colline dans le projet. Nous disons qu'il y a ici une *surdétermination d'échelles architecturologiques* parce que plusieurs échelles induisent une même *mesure*.

Ensuite, B et Z tentent de placer les différents éléments du projet dans la forme qu'ils ont choisie par consensus (*Séquence 7*). Ici, l'*échelle fonctionnelle* est aussi collaborative et mise en œuvre conjointement avec l'*échelle géographique*. Ainsi B commence par placer le hall, le meeting room, les bureaux et les suites donnant sur la colline. Z lui propose de mettre les suites plus en hauteur mais B argumente son choix en expliquant qu'il a cherché à isoler les suites du reste du projet pour préserver une intimité à ces espaces.

Dans la séquence 8, B et Z se rendent compte que leur choix de départ n'est pas valide car ils ne peuvent pas y insérer tout le programme tel qu'ils l'auraient imaginé. Dans cette séquence l'*échelle géographique* impose un retour en arrière montrant le processus itératif dans lequel évoluent toutes ces échelles collaboratives mises en jeu dans ce cadre (*Séquence 8*). Ils cherchent alors une nouvelle proposition qui s'insère mieux dans le site tout en respectant le programme. Ils décident de revenir au plan pour revoir, reprendre et refaire leur proposition (*Séquence 9*).

Dans la séquence B et Z proposent deux possibilités : des chambres qui privilégient la lumière (donnant sur la rue) et d'autres chambres qui privilégient la vue (donnant sur la colline). Les architectes choisissent de privilégier les points de vue que pouvaient

offrir le projet sur le site. L'*échelle de visibilité* est dite ici *structurante* car c'est elle qui participe à la définition de la forme du projet (*échelle géométrique*) de ses orientations (*échelle géographique*) et de son mode de fonctionnement (*échelle fonctionnelle*).

Après avoir redéfini définitivement les dimensions d'une chambre (*Séquence 10*), ils reprennent donc la trame du projet (*Séquence 11*). Ils pochent sur la trame qu'ils ont créée, des parties opaques et autres transparentes. Ensuite, un jeu de relance se construit entre l'*échelle de visibilité*, l'*échelle géographique* et l'*échelle fonctionnelle* par lequel les concepteurs se nourrissent d'un point de vue pour réfléchir sur l'autre. Cette trame se faisant à deux mains marque un partage des *opérations élémentaires de découpage, de dimensionnement, de positionnement et d'orientation* (relativement aux échelles de *visibilité, géographique et fonctionnelle*). C'est donc une *codétermination* d'échelles architecturologiques. Ainsi, la relance mutuelle de ces deux échelles les rend indissociables.

De la même manière que le plan a été construit communément, l'axonométrie a été le produit de deux mains dessinant conjointement sur le même dessin.

Dans la séquence 11, deux autres *échelles* ont été mises en œuvre lors du processus de conception parce que les deux concepteurs se rendent compte qu'ils ne leur restaient plus qu'un quart d'heure pour finir. Ils décident de mettre au propre leur choix en dessinant un plan et une axonométrie qui résumeraient les principaux choix qu'ils ont optés. Nous parlons ici d'*échelle économique* et d'*échelle de représentation collaboratives, juxtaposées* aux autres échelles architecturologiques mises en jeu.

#### Autres classes d'opérations de conception mises en jeu dans le processus :

Tout comme dans l'EXP 1 analysée plus haut (*cf.* 4.2.2), des classes d'opérations cognitives autres que celles décrites ci-dessus (*échelles architecturologiques*) ponctuent par ailleurs le processus de conception de l'EXP 2. Ces classes d'opérations interviennent dans toutes les séquences décrites ci-dessus mais ne portent pas, du moins directement, sur des opérations de *mesure* du projet à concevoir.

Ces classes d'opérations cognitives ne concernent pas la conception du projet mais portent sur la collaboration entre les deux architectes et/ou sur leur mode d'utilisation de l'outil. Parfois, elles prennent même une importance non négligeable dans le processus de conception. Sans entrer dans les détails de nos analyses (tel que cela a été fait pour l'EXP 1), nous remarquons ici aussi que ces classes d'opérations cognitives particulières participent au processus de la conception architecturale autant que les *échelles architecturologiques* qui sont mises en œuvre à cet effet. Liées à la situation dans laquelle est conçu le projet architectural, ces classes d'opérations cognitives particulières s'insèrent et interagissent (intentionnellement et/ou implicitement) avec les différentes *classes d'opérations élémentaires de conception* qui définissent les *opérations de mesure* de l'espace. Nous parlons ici de *classes d'opérations de la collaboration* et de *classes d'opérations de l'usage de l'outil*. Ces classes sont définies plus précisément par la suite dans le chapitre exposant nos résultats.

#### 4.2.4 Synthèse

Ces deux lectures architecturologiques, ici exposées, illustrent notre méthode d'analyse appliquée à l'ensemble des expérimentations réalisées en laboratoire. On aura compris qu'il s'agit de lire les productions et discours des collaborateurs sous l'angle de l'*architecturologie* en vue de dégager les opérations de la conception et les opérations de la collaboration mises en œuvre dans le processus de la conception collaborative architecturale.

Tout comme les expérimentations réalisées *in situ* (4.1.2 et 4.1.2), la deuxième section de ce chapitre a pour objectif de recenser l'ensemble des résultats mis en avant à partir de nos analyses architecturologiques, telles qu'exposées ci-avant.

Nos analyses montrent, encore une fois, la manière dont est structuré le processus de conception en tant que *système complexe* entre des choix de *différentes opérations de mesure* qui définissent l'espace architectural et des choix relatifs à la collaboration et à l'usage de l'outil.

C'est à travers ce processus de négociation, d'évaluation et de remise en cause par consensus que les deux architectes travaillent entre une vision globale de leur projet et des visions marquant différents niveaux de conception opérés par une ou plusieurs pertinence(s).

Ces pertinences renvoient à des opérations elles-mêmes reliées soit par nécessité (*relation en cascade*) soit par un choix (*relation de relais*) ouvrant de nouvelles potentialités de *mesure*.

En plus de répondre à la complexité même du programme qui leur a été donné, les concepteurs doivent aussi jongler avec des paramètres liés à l'usage de l'outil et à la manière avec laquelle on peut travailler et collaborer avec l'autre. En effet, des incompréhensions se créent entre les concepteurs. Leurs interprétations du programme diffèrent souvent et des désaccords sur certains choix se manifestent tout au long du processus. C'est pourquoi, ils se retrouvent souvent à devoir se construire un *référentiel opératif commun* qui puisse répondre à la situation dans laquelle ils conçoivent. Celui-ci évolue relativement aux informations mises en commun, aux interprétations qu'en font les concepteurs, à leurs externalisations et aux différentes évaluations qu'ils exposent sur tel ou tel choix.

Trois points ont par ailleurs été soulevés par l'ensemble des concepteurs ayant participé à nos expérimentations en laboratoire, soulevés surtout lors de nos entretiens post-expérimentaux. Ces points sont relatifs à l'usage même de l'outil :

1/ L'ensemble des expérimentations commence par une lecture personnelle du programme où chaque concepteur s'isole pour construire sa propre interprétation de celui-ci. De suite, ils éprouvent et expriment leur besoin de se créer deux calques distincts sur lesquels ils peuvent annoter leurs premières idées séparément mais aussi simultanément. Nous parlons ici d'une *opération d'autonomisation*. Ils veulent aussi avoir la possibilité de partager leurs annotations personnelles avec leur collaborateur au cours du processus lorsqu'ils en ressentent le besoin. Cette opération n'est malheureusement pas gérée par l'outil. C'est pourquoi ce problème a été soulevé de manière récurrente, lors de nos entretiens.

2/ L'outil offre la possibilité de partager simultanément, à distance et de manière synchrone des traces graphiques. Ce partage n'est pas permis dans des situations de collaboration en présence. En effet, la présence de l'un étant imposée à l'autre, aucun des deux concepteurs

n'ose effacer ou redessiner sur la trace de son collaborateur et au même moment que lui. Cette possibilité, permise par l'outil et la situation de collaboration distante, a beaucoup été appréciée par les participants. Cette situation définie, entre autre, par l'usage de cet outil particulier (SDC), engendre des manières de travailler et de concevoir à plusieurs, inhabituelles relativement à des moyens d'échanges et de collaboration classiques : tels que les réunions, la visioconférence, le partage d'écran et les courriers électroniques.

3/ Le processus de conception est un processus itératif imposant souvent des retours en arrière et des remises en cause nécessaires pour l'avancement du projet et de son processus de conception. C'est ainsi que les concepteurs se retrouvent parfois dans des situations où ils éprouvent la nécessité de revenir sur certains choix. Mais l'outil ne donnant pas la possibilité de revenir à des dessins réalisés au cours du processus, souvent les concepteurs se retrouvent soit à redessiner leurs choix, soit à avancer dans leur processus en mettant en exergue cette remise en cause. Une question se pose alors pour nous dans ce cadre : la *remise en cause* ne serait-elle pas aussi une *opération élémentaire de conception* à reconsidérer dans la suite de nos résultats ?

### 4.3 Synthèse : Méthodologie appliquée aux expérimentations

---

Ces quatre études architecturologiques détaillées ci-dessus nourrissent autant notre compréhension de la conception architecturale collaborative que les mécanismes de la collaboration distante et ses effets sur la conception. Elles montrent l'application de notre méthodologie d'analyse qui se focalise sur le processus même de la conception architecturale.

Cette méthode de recherche que nous avons adaptée ici compense la modélisation souvent réductrice de la complexité de certaines opérations mises en jeu lors de ce processus. Le plus souvent, les autres méthodes d'analyse, souvent issues du domaine de l'ergonomie cognitive, nourrissent en effet une connaissance généralisée du processus collaboratif, dans le cadre de conception à plusieurs. Elles donnent un aperçu assez précis, et parfois même quantitatif, des gestes, des regards, des opérations collaboratives partagées et mises en jeu par les acteurs lors de leur processus de conception. Ces méthodes demeurent néanmoins limitées dans les résultats qui concernent spécifiquement la conception même de l'objet architectural. Elles donnent lieu bien souvent à des corrélations faibles, vu la complexité du processus analysé.

Nos analyses permettent alors de réaliser des observations plus spécifiques centrées sur l'activité de la conception architecturale collaborative distante. Elles ne se contentent pas d'une vue globale sur le processus avec une simple présentation linéaire de résolution d'un ensemble de problèmes qui se succèdent, mais nous observons le processus comme un enchaînement itératif de choix réalisés par consensus, entre les différents concepteurs. Nous soulignons qu'en amont, nous avons choisi d'exclure l'analyse ergonomique des gestes et des regards ainsi que les analyses sociologique et psychologique des relations sociales et hiérarchiques entre les acteurs. C'est pourquoi nous pensons que nos méthodes d'analyses architecturologiques appliquées à nos expérimentations pourraient être complétées et nourries par des analyses ergonomiques, psychologiques et sociales, et vice-versa. Pour nous, toutes ces méthodes ne se contredisent pas, loin de là, elles se complètent et se nourrissent mutuellement.

Parmi les principaux résultats observés dans ces exemples d'analyses architecturologiques présentés ici, nous remarquons l'importance de la négociation, de l'évaluation, de l'interprétation et de la remise en cause, par consensus, dans le processus de conception. La collaboration réunit en effet une vision globale du projet mais aussi des points de vue qui diffèrent d'un concepteur à un autre. Malgré le fait que la population de praticiens que nous observons dans ce cadre se connaissent et ont déjà travaillé ensemble, la construction d'un *awareness* et de *référentiel commun* - relatif autant à leur collaboration qu'à l'usage même de l'outil - s'avère nécessaire.

C'est à partir de ces deux éléments que des relations entre différentes *échelles architecturologiques* se créent, s'enchaînent et/ou se superposent pour l'attribution de *mesures* communes à l'espace architectural. Ces relations se créent soit par nécessité (relation dite *en cascade*) ou par choix (relation dite *de relais*) relativement à des pertinences communes aux concepteurs soit par partage de points de vue, soit à partir de consensus.

Ces *échelles architecturologiques* (ou classes d'opérations de conception) mises en jeu

sont alors dites *collaboratives*. Elles ont comme spécificité d'être partagées et passent par la co-modalité de deux modes d'échanges, la parole et le dessin, qui sont mis en œuvre isolément, en combinaison ou par substitution.

Ensuite, deux catégories d'opérations de la conception ont été mises en valeur à partir de ces analyses et semblent participer au travail de la conception collaborative : les *opérations élémentaires de conception* et les *opérations pragmatiques de collaboration et d'usage de l'outil*.

Le chapitre suivant expose l'ensemble des résultats mis en avant grâce à nos analyses et poursuit, plus précisément, l'identification :

- des différentes typologies d'opérations de la conception architecturale collaborative ;
- des nouvelles opérations pragmatiques propres à cette situation particulière de collaboration outillée ;
- des implications des opérations pragmatiques sur les opérations élémentaires de la conception architecturale.



# Méthodologie et expérimentations

## Conclusion de la partie II

Partant d'un état de l'art sur l'activité de la collaboration distante en conception architecturale et sur les outils pouvant l'assister (partie I), cette partie II définit les méthodes d'analyse architecturologique et de recueil de données mises en place dans le cadre de cette recherche. Les lectures architecturologiques, exposées à partir des quatre exemples détaillés ci-dessus, illustrent cette méthode d'analyse qui a été appliquée à l'ensemble des expérimentations réalisées *in situ* et en laboratoire. On aura compris qu'il s'agit pour nous de lire les productions graphiques et les discours des collaborateurs sous l'angle de l'architecturologie en vue de dégager les *opérations de la conception* et les *opérations pragmatiques* de la collaboration distante mises en œuvre dans le processus de la conception architecturale.

La partie suivante de ce chapitre a pour objectif de recenser l'ensemble des résultats construits à partir de nos analyses architecturologiques, telles qu'exposées ci-avant.



# Modélisation de la collaboration distante dans les pratiques de conception architecturale

## Partie III

# Résultats et préconisations

Introduction

### **Chap 5 : Résultats des analyses architecturologiques de la conception collaborative synchrone et distante**

5.1 / Caractérisation de la conception architecturale collaborative distante

5.2 / Identification des opérations cognitives

5.3 / Synthèse

### **Chap 6 : Possibles applications pour l'assistance à la conception collaborative synchrone et distante**

6.1 / Opérations cognitives comme grille d'évaluation d'outils

6.2 / Opérations cognitives comme grille de définition d'un cahier des charges

6.3 / Synthèse

Conclusion



# Résultats et préconisations

## Introduction de la partie III

Partant de l'analyse architecturologique de données issues d'expérimentations réalisées *in situ* et en laboratoire, cette troisième et dernière partie produit une connaissance sur la conception architecturale en situation de collaboration distante outillée.

Le premier chapitre de cette partie (chapitre 5) synthétise l'ensemble des résultats mis en évidence à partir de nos analyses architecturologiques. Il s'agit, plus précisément, d'identifier, de définir et de caractériser les opérations cognitives induites par des situations de conception architecturale collaborative distante, telles qu'observées en agence et en situation d'expérimentation (Chap. 5.1). A partir de ces résultats, nous avons constitué un schéma de modélisation théorique dans lequel apparaît l'ensemble de ces opérations suivant qu'elles sont *opérations élémentaires de conception* et/ou *opérations pragmatiques de collaboration* et/ou *opérations pragmatiques d'usage de l'outil* (Chap. 5.2).

Ainsi ce travail de recherche participe à la construction d'une connaissance tout d'abord sur les opérations de la conception architecturale collaborative distante, et en deuxième lieu sur les besoins des concepteurs en matière d'assistance informatique pour cette situation particulière (chapitre 6). Dans un premier temps, nous présentons ces opérations cognitives comme possible moyen pour évaluer des outils d'assistance à la conception architecturale collaborative distante en vue de les améliorer (Chap. 6.1). Dans un second temps, nous proposons un ensemble d'applications possibles spécifiques à chacune des opérations cognitives mises en avant par notre étude (Chap. 6.2) et qui pourraient enrichir les fonctionnalités d'outils d'aide à la conception architecturale collaborative distante. Ces applications ont pour objectif de participer à la définition d'un cahier des charges visant à assister cette situation particulière de conception.



# Chapitre 5

## Résultats des analyses architecturologiques de la conception architecturale collaborative à distance

### Sommaire

---

<b>5.1</b>	<b>Caractérisation de la conception architecturale collaborative distante .....</b>	<b>264</b>
5.1.1	<i>Co-modalité</i> de la conception architecturale collaborative .....	264
5.1.2	Partage des classes d'opérations de conception .....	268
5.1.3	Besoin de partage synchrone de l'espace de travail .....	270
<b>5.2</b>	<b>Typologies et spécificités des opérations cognitives de conception architecturale collaborative distante et synchrone .....</b>	<b>273</b>
5.2.1	Partage et non partage des opérations élémentaires de conception .....	273
5.2.2	Identification des opérations pragmatiques de la conception .....	278
<b>5.3</b>	<b>Synthèse : Vers une modélisation de la conception architecturale collaborative synchrone et distante .....</b>	<b>321</b>

---

Le chapitre 5 expose l'ensemble des résultats de nos analyses sous forme d'une modélisation théorique de la conception collaborative architecturale distante. Deux sections composent ce chapitre. La première section liste les particularités qui décrivent ces situations de conception outillée (Chap. 5.1). Elle expose le rôle du dessin et de la parole (5.1.1) et définit les différentes propriétés qui caractérisent cette situation dont : le partage des classes d'opérations de conception (5.1.2) et le besoin de partage synchrone lorsque les concepteurs se trouvent dans des situations où ils travaillent ensemble et à distance (5.1.3) pour assurer la *synchronisation cognitive* et la construction d'une *conscience mutuelle* et de *référentiel opératif commun*. La deuxième section identifie, décrit et définit chacune des opérations cognitives mises en jeu (Chap. 5.2). Nous listons l'ensemble des opérations cognitives mises en jeu et nous identifions les opérations qui sont partagées, les opérations non partagées et les opérations de partage (5.2.1). En ce sens, nous distinguons les opérations liées directement à la conception même du projet architectural de celles, dites pragmatiques, liées à la situation dans laquelle est conçu l'objet : cette situation que nous avons définie précédemment comme étant collaborative et outillée (puisqu'elle se déroule à distance). Nous définissons par la suite chacune de ces opérations pragmatiques, tout en questionnant leurs liens (5.2.2). C'est ainsi qu'un modèle théorique est mis en place introduisant la notion de collaboration distante dans la conception architecturale et utilisant l'ensemble des concepts et résultats produits par et dans nos analyses architecturologiques.



## 5.1 Caractérisation de la conception architecturale collaborative distante

---

### 5.1.1 / *Co-modalité* de la conception architecturale collaborative

### 5.1.2 / *Partage* des classes d'opérations de conception

### 5.1.2 / *Besoin* de partage synchrone de l'espace de travail

---

#### 5.1.1 *Co-modalité* de la conception architecturale collaborative

Les architectes, qui ont participé aux expériences, ont mêlé dessins, gestes, regards et parole pour faire évoluer le projet. Travaillant à distance (donc sur deux interfaces différentes grâce au SDC), ils ont discuté, dessiné et partagé des esquisses par l'intermédiaire d'un espace de travail virtuel commun. Contrairement à une conversation téléphonique, où les concepteurs ne peuvent utiliser que la parole pour échanger, le SDC permet de partager différentes modalités d'expression, additionnant parole, regards, gestes et dessins. Cet outil donne par ailleurs la possibilité d'intervenir et de discuter directement sur un document partagé (Leclercq, 2002 ; 2004).

Nous utilisons ici la notion de *co-modalité*<sup>60</sup>, pour aborder le rôle de ces différentes modalités dans la conception architecturale collaborative distante. Cette notion est introduite par la commission européenne de la politique des transports en 2006 qui met en avant « *le recours efficace à différents modes de transport isolément ou en combinaison* » et tend à construire la complémentarité des modes de transport tout en assurant le passage d'un mode à l'autre.

Ce concept emprunté ici décrit, selon nous, une propriété caractérisant aussi les situations collaboratives en conception architecturale. Cette *co-modalité* a un rôle majeur impliquant l'utilisation de plusieurs modes d'échanges (parole / dessin / regards / gestes) isolément ou en les combinant. Elle comprend aussi la possibilité de substituer un mode d'échange par un autre. En effet, dans le cas de la conception collaborative, la parole permet de donner un sens au dessin, et vice versa. Ces deux modalités d'échange se complètent, se remplacent et sont interchangeables au gré des concepteurs, même si nos expérimentations nous ont permis de constater que la parole prenait plus de place dans les échanges synchrones et à distance que le dessin.

Par cette *co-modalité* des échanges, les concepteurs peuvent mettre en œuvre une *classe d'opérations de conception* qui fait l'objet d'un travail oral collaboratif tout en utilisant le dessin comme support pour illustrer leurs paroles. Ils peuvent aussi choisir de mettre en œuvre cette même *classe d'opérations de conception* par l'intermédiaire d'un travail

---

<sup>60</sup> La co-modalité, la multimodalité et l'intermodalité sont trois concepts à distinguer. La multimodalité implique la possibilité d'avoir plusieurs choix quant au mode de transport à emprunter pour se déplacer d'un lieu à un autre. L'intermodalité en revanche implique la combinaison de plusieurs modes de transport au cours d'un même déplacement. La co-modalité se place entre les deux en proposant une approche plus optimale permettant l'utilisation de plusieurs modes de transports isolément ou en les combinant, l'objectif étant, pour la commission européenne, de donner accès à une "utilisation optimale et durable des ressources".

graphique collaboratif qui utilise, par ailleurs, la parole pour expliquer plus précisément leurs idées. Ils peuvent aussi opérer sur les *mesures* du projet en combinant les deux.

Cette *co-modalité* permet ainsi à plusieurs concepteurs, dont les références, les expériences et les connaissances diffèrent, de travailler, d'interagir et de communiquer ensemble par le choix des modes de représentation (graphique et oral). Cette notion introduit la possibilité que deux concepteurs opèrent, par l'intermédiaire de différentes modalités (parole / dessin / regard / gestes), combinés ou pas, sur l'espace architectural pour lui donner de la *mesure*. Elle facilite, la collaboration distante entre les concepteurs, en participant à la construction d'une réflexion et/ou d'une logique commune pour la conception à plusieurs d'un projet.

Par l'intermédiaire de cette co-modalité, plusieurs *classes d'opérations de conception (échelles architecturologiques)* sont mises en œuvre et travaillées collaborativement (Ben Rajeb et al., 2010 a). A partir de nos analyses, nous distinguons ici trois types de mise en œuvre de classes d'opérations de conception :

- les classes d'opérations de conception graphiques, mises en œuvre par le dessin ;
- les classes d'opérations de conception verbales, mises en œuvre par la parole ;
- les classes d'opérations de conception multimodales mises en œuvre par la parole et par le dessin.

L'exemple suivant, tiré de nos expérimentations, illustre ce passage d'une modalité à une autre et la combinaison des deux pour mettre en œuvre un ensemble de classes d'opérations de conception.

**EXP** : 2 / en laboratoire ; 05/06/10

**Projet** : hôtel de luxe

**Temps** : 01:12:00

**Situation** : Discuter de l'aménagement des chambres et définir une chambre type dédiée à un hôtel

**Echelles** partagées: Fonctionnelle et socioculturelle

- À mon avis, les chambres 6 sur 5, je ne pense pas que c'est terrible pour une chambre d'hôtel, je lui mets 3 m en largeur, non ? Une chambre standard ?...

*Echelle fonctionnelle verbale et échelle socioculturelle verbale : le concepteur confère une mesure à l'espace architectural oralement sans dessiner pour autant ce qu'il veut dire par une chambre 3mètres.*

- Comment tu ferais 30 m<sup>2</sup> ? 3 par 10 ? Ce n'est pas possible...

- Ben, avec une épaisseur de salle d'eau....?

- Non, une chambre c'est 6 par 5... et là tu as un bloc là, ta salle d'eau ici, ton noyau de truc il est là et tu répètes la même chose de l'autre côté...

*Echelle fonctionnelle graphique et échelle*

socioculturelle verbale : le concepteur utilise les mots pour expliquer et décrire ce qu'il dessine sur la planche partagée par les deux concepteurs. Ici les mots ne font que donner un sens au dessin, les mesures étant plutôt définies graphiquement.

- Moi c'est plutôt ça une chambre d'hôtel... là tu as un petit rangement, là tu as la salle de bain avec le WC machin et puis là tu rentres, tu as ton lit comme ça... Là, tu as la télé...

Echelle fonctionnelle verbale et échelle socioculturelle verbale

- Mais c'est la même chose dans l'autre sens... Oui mais comme ça tu n'auras pas 30 m<sup>2</sup>... 30 m<sup>2</sup> si ça se trouve, tu as même une partie séjour, et une partie chambre... Je peux la recouper ?

- Oui, d'accord...

- Ben, Il faut aller dans le 6/5 ou 5/6... on fera ça là, et salle d'eau ici... (Le concepteur commence alors à redessiner sur la trace esquissée par son collaborateur pour proposer un nouvel aménagement aux chambres répondant mieux aux dimensions imposées par le programme)...

Echelle fonctionnelle multimodale : le concepteur confère des mesures différentes à la chambre type par le biais de la parole (6/5) mais aussi le dessin (recouper l'espace dessiné par son collaborateur de manière à respecter la surface donnée dans le programme)

-> Nous observons, à partir de cet exemple, la facilité avec laquelle les concepteurs passent d'un mode d'échange à un autre. Ils n'hésitent d'ailleurs pas à substituer un mode par un autre selon :

- 1/ les besoins du projet (paramètres liés au projet),
- 2/ la volonté de faire comprendre à l'autre ses choix (paramètres liés à la situation de collaboration),
- 3/ les limites ou les possibilités offertes par l'outil (paramètres liés au choix et à l'usage de l'outil).

Comme vu dans cet exemple, les mots et les dessins sont utilisés pour échanger des points de vue, convaincre, argumenter, expliquer, justifier et négocier des choix, tout au long du processus.

Interrogatifs et/ou suggestifs, les mots poussent à l'interprétation. Ils deviennent opérants pour l'autre collaborateur impliquant de nouvelles *mesures* au projet et engendrant de nouveaux mots et/ou dessins qui précisent les intentions de l'un ou l'autre des concepteurs<sup>61</sup>.

<sup>61</sup> Ségui note dans son article « Perception du langage et modularité » publié dans le livre *Introduction aux sciences cognitives* : (Andler, 1992 p. 133 dans Ségui, 1992) : « Les processus impliqués dans l'interprétation du message reçu sont par essence « ouverts » et non modulaires car perméables aux informations de nature très diverses linguistiques et contextuelles ». Ainsi, un processus itératif d'interprétations entre le dessin et la parole

Ces mots impliquent ainsi la mise en œuvre d'*échelle sémantique*<sup>62</sup> puisque, pris en compte par l'autre collaborateur, les mots interfèrent dans ses propres opérations de *mesure* pour la conception du projet architectural.

Tout comme les échanges verbaux, les dessins esquissés par l'un des concepteurs sont remplis de suggestions, de prescriptions et de descriptions qui permettent de représenter graphiquement le projet. Ces dessins sont pris en compte par son collaborateur et deviennent eux-mêmes opérants sur les *mesures* qu'il confère au projet. Nous parlons ici de mise en œuvre d'*échelle de représentation*<sup>63</sup>.

Ainsi, mots et dessins mettent en jeu *des échelles collaboratives* servant d'opérateurs à la conception. L'exemple qui suit illustre le rôle de ces représentations verbales et graphiques au sein d'un processus de conception collaboratif :

**EXP** : 2 / en laboratoire ; 05/06/10

**Projet** : Hôtel de luxe

**Temps** : 01:04:30

**Situation** : Discuter l'organisation des chambres et des différentes circulations relativement à l'orientation et à l'encombrement du terrain

**Echelles partagées**: **Géographique** et **fonctionnelle**

- Et là on a des chambres... on est obligé de mettre la chambre... ici, tu vois ??? À mon avis, le schéma qui serait intéressant c'est de faire un alignement sur rue, on a l'impression que la ville telle qu'elle est faite, elle est comme ça, et on garde ton truc... Ça rejoint ce qu'on disait dans la deuxième idée... C'est à dire, on crée un patio à l'intérieur, et derrière on a un truc beaucoup plus souple avec des patios entre les deux, et le truc plus souple donne sur la colline...
- Oui, mais alors ce truc-là, cette épaisseur là... et ce sera ta circulation en fait...
- Mais non, parce que tu n'arrives pas à les caser là... on a vu, tu n'as que 44 chambres.
- Sinon, attends, je vais juste refaire ton schéma à côté, d'accord ?... Je refais ça, donc là, tu as la vision sur la colline, OK... Là, tu as la rue, là, tu as des petits passages, là, c'est le patio... là, tu as une chambre, là, tu as une chambre, là, tu as une chambre, là, c'est le patio, je découpe... et en fait, au moment où je mets une chambre-là... il faudrait que je puisse avoir une vision sur la

s'instaure, participant à l'évolution du projet et aux choix mêmes des mesures données, par les concepteurs, à l'espace architectural.

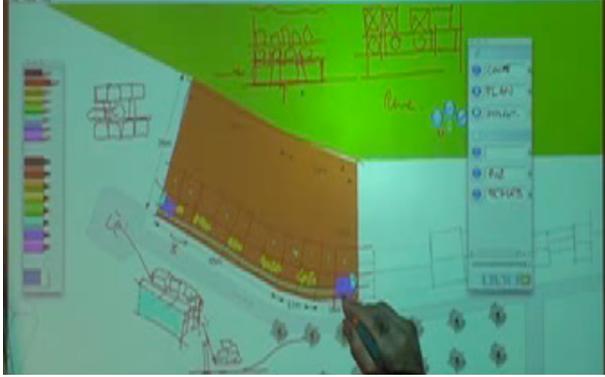
<sup>62</sup> *Echelle sémantique*: (Boudon et al., 2000, p. 178) : « Effectuer des opérations de dimensionnement, de découpage ou de référencement permis ou suggérés par des mots ou des expressions verbales ».

<sup>63</sup> *Echelle de représentation*: (Boudon et al., 2000, p. 183) : « Lier le représentant au représenté suivant quelques pertinences ».

colline. Donc là, on peut éventuellement alterner, donc là, tu as ta chambre qui a de la lumière... (*échelle de visibilité*)

- Donc toi, Tu veux faire ça quoi, en gros?... c'est en fait un damier à trois échelles, parce qu'il y a une échelle à patios... et c'est ça qui est difficile à faire, ça serait un damier à trois plans ...

\*\*\*



-> Ici les mots se suivent, participant et servant à argumenter les choix de chaque concepteur. Ces mots sont interprétés et deviennent opérants dans le projet. La solution apportée ne répondant pas aux contraintes du programme, le concepteur réinterprète sa proposition et choisit un nouveau point de vue pour donner des mesures à l'espace architectural.

Tout en travaillant sur cette question, les deux concepteurs alternent des traces graphiques et des mots.

Ce choix de passage d'une forme de représentation à une autre est ce qui est nommé, en *architecturologie*, *échelle de représentation*, impliquant aussi la mise en jeu d'une *échelle sémantique*, au sein du processus de conception collaborative.

### 5.1.2 Partage des classes d'opérations de conception

La synchronie du travail, rendue possible grâce au système SDC, permet d'échanger et de réagir en temps réel. Notre hypothèse est qu'il serait possible d'explicitier la collaboration en conception architecturale en termes de «partage de *classes d'opérations de conception*» (Lecourtois et *al.*, 2010). Autrement dit, nous avons posé qu'il y a collaboration lorsqu'il est possible d'identifier des *échelles architecturologiques* dites *partagées*, c'est-à-dire travaillées à plusieurs et mises en jeu dans une réflexion commune. Nous avons distingué *échelles architecturologiques (classes d'opérations)* et opérations cognitives de la conception (*cf.* p. 167). Du point de vue du partage de ces éléments, nous avons constaté des spécificités relatives aux *échelles et aux opérations de conception*. Travaillées à plusieurs, ces échelles rassemblent, grâce au dessin et à la parole, différents concepteurs autour de mêmes domaines de référence. Prenons un exemple :

**EXP** : 2 / en laboratoire ; 05/06/10

**Projet** : Hôtel de luxe

**Temps** : 01:15:53

**Situation** : Discuter de l'aménagement du projet relativement aux positions des chambres et leurs orientations.

**Echelles** : Fonctionnelle, géographique, de visibilité, et géométrique

C1- ... Soit on fait une circulation comme ça tout autour... là il n'y a pas de chambre, ça c'est l'accès service, avec livraison, ça c'est l'entrée de l'hôtel et là on a, par exemple, nos ascenseurs...

C2- Non, je préfère mettre une chambre au-dessus du truc, non ?

C1- On a 56 chambres là... si on met 14 en plus ça fait 70, donc, il faut étendre ce schéma-là à une épaisseur de plus ici... C'est un espèce de maillage hyper bizarre...

C2- Oui mais là l'alternative c'est de faire ça, tu vois ? C'est de pouvoir faire des trucs, pas forcément en escalier, mais pouvoir faire des trucs comme ce que tu as dessiné tout à l'heure, pour pouvoir avoir des visions un peu dans tous les sens et ça nous permet de ramener la lumière facilement... Donc là, si tu poches celle-ci...

C1- Je poche là...

C2- C'est un peu systématique là...

-> Dans cet exemple, il s'agit de positionner, d'orienter, et de dimensionner les chambres qui composent l'hôtel selon un système de tramage alternant des pleins et des vides pour faire entrer la lumière dans le bâtiment. Pour ce faire, les deux concepteurs réfléchissent sur l'emplacement de ces chambres relativement à ce qu'elles induisent comme fonctionnalités dans le bâtiment et à leurs orientations dans le projet.

Ainsi l' « *échelle fonctionnelle* » et l' « *échelle géographique* » semblent relever d'un choix principal pour définir les positions des chambres dans le projet. Celles-ci entraînent la prise en considération de trois aspects majeurs pour les deux concepteurs : les visions offertes à partir des chambres du bâtiment, l'orientation des chambres et le rythme généré par ce système de tramage.

Les échelles *fonctionnelle* et *géographique* sont ici collaboratives induisant d'autres points de vue tels que la *visibilité* et la *géométrie* de la trame. Il y a donc une *surdétermination* d'échelles *architecturologiques*<sup>64</sup> par laquelle on peut choisir l'emplacement, l'orientation, les dimensions des chambres à partir d'échelles *collaboratives* (partage d'échelles fonctionnelle et géographique) et d'échelles *collectives* (échelles géométrique et de visibilité mises en jeu séparément par chacun des concepteurs).

L'exemple, ci-avant cité, montre que travailler ensemble n'implique pas nécessairement le partage des *classes d'opérations de conception* par l'ensemble des concepteurs. C'est au fur et

<sup>64</sup> Il y a *surdétermination* d'échelles lorsque plusieurs échelles induisent une même mesure.

à mesure de l'avancement du projet que les concepteurs négocient, proposent, évaluent pour enfin arriver à un consensus. Certaines échelles architecturologiques sont partagées, d'autres pas. Mais le plus souvent, lorsque les concepteurs tendent à définir ensemble les choix liés au projet, ils mettent en jeu des *échelles* dites *collaboratives* qui déterminent des domaines de référence partagés et travaillés à plusieurs. Ces échelles constituent un référentiel et un objet commun de travail par lesquels des opérations de *mesure*, qualitatives et quantitatives, sont attribuées au projet. Elles interfèrent donc directement sur les *mesures* et la définition même de la forme du projet, par l'intermédiaire des *opérations élémentaires de conception* qui les constituent.

Nos analyses montrent que le partage de ces *échelles collaboratives* est rendu possible par le partage de représentations graphiques et orales. Ces représentations jouent non seulement le rôle de média, en traduisant les idées et choix des concepteurs (*objets intermédiaires*, cf. p. 45), mais sont aussi au cœur de l'activité collaborative de conception. Même si (tel que vu dans notre état de l'art) Vinck et Jeantet (1996) ne donnent le rôle de *médiation* (moyen de communication), de *traduction* (moyen de transmission) et de *représentation* (moyen de modélisation de l'objet discuté) qu'aux objets intermédiaires graphiques, nos analyses montrent que ces mêmes rôles sont aussi supportés par la parole. En effet, dans les processus de conception architecturale collaborative étudiés et observés, la parole a joué un rôle aussi important. Rappelons que Laureillard (2000, cf. p. 44) parle aussi d'*entités de coopération* et Carlile (2004, cf. p. 43) de *Boundary objects* pour décrire des *formes d'externalisation* permettant selon nos analyses ce *partage des classes d'opérations de conception* : entre échelle de représentation (*via* le dessin) et échelle sémantique (*via* la parole).

### 5.1.3 Besoin de partage synchrone de l'espace de travail

La notion d'espace et de temps a un impact déterminant dans le processus de conception collaborative. Dans le cas d'une activité collaborative qui se déroule à distance, telle qu'observée lors de nos analyses, la synchronie des échanges s'avère nécessaire pour assurer une compréhension mutuelle de la situation, de l'objet en cours de conception et des tâches de chacun au cours du processus.

Cet espace de travail partagé est, dans nos expérimentations, virtuel dû à la distance imposée. Les concepteurs partagent, dans ce cadre, un environnement virtuel *via* le SDC permettant les échanges visuels, graphiques et verbales médiatisés.

Mais utilisant le SDC qui impose l'échange de toutes les productions graphiques et documents, les concepteurs ne peuvent décider de ce qui est partagé ou pas. Ils ne peuvent pas produire des représentations isolées directement dans l'outil ou en garder d'autres personnelles. Ces observations issues de nos analyses, nous poussent à questionner encore une fois cette distinction que nous posons entre le *I-Space* (espace de travail personnel), le *We-Space* (espace de travail partagé) et le *Space-Between* (espace de travail isolé réunissant plusieurs concepteurs indépendamment du groupe) (cf. p. 115). En effet, lors de nos expérimentations en agence où plusieurs concepteurs ont utilisé le système de part et d'autre de la plateforme, nous observons que le rôle affecté à ces espaces diffère selon les objectifs

des concepteurs, leurs besoins et choix relatifs aux processus de négociation et d'évaluation du projet.

Ce qu'il y a à noter dans nos résultats, c'est que cet espace de travail partagé est important dans le déroulement même du processus de collaboration car il participe à la construction de réflexions communes, entre un *I-Space*, un *We-Space* et un *Space-Between*. Tout au long du processus de ces conceptions collaboratives distantes, les collaborateurs tendent vers une unité assurant la cohérence des choix de *mesure* de l'espace architectural. Le tout de l'espace architectural se construit par *une relation d'interdépendance* entre les différentes parties qui composent les réflexions de chacun des concepteurs.

Chaque concepteur a son propre *espace de réflexion* à partir duquel il définit ses choix pour la conception d'un espace architectural. Ces choix sont exposés au collaborateur qui réagit selon son propre *espace de réflexion personnel*. Ainsi, au fur et à mesure de l'évolution du processus, un espace de travail partagé évoluerait entre *un espace de réflexion commun* et un *espace de réflexion personnel*.

Cet espace de travail partagé (cf. figure 40) se construit et évolue à partir d'un processus d'interprétation, de négociation et de consensus entre les deux architectes du projet. Il implique des mécanismes de *mutualisation des connaissances* et de *partage de la compréhension* (cf. p. 21). Cet espace participe, selon nos analyses et observations à la *synchronisation cognitive* relative à la construction d'un contexte de connaissances partagées et visant à construire une *référence opératoire commune* et une *conscience mutuelle* du contexte social de l'activité, des tâches et contributions de chacun au sein du processus et de l'activité de conception au sein du groupe. La synchronisation temporelle des échanges permet, d'autant plus, *l'ajustement de cet espace de travail partagé* tout au long du processus de conception.

Nos analyses ont par ailleurs montré que cet espace de travail partagé a permis la mise en œuvre de plusieurs *opérations élémentaires de conception* suscitant le partage de *classes d'opérations de conception*. Néanmoins, dans cet espace, d'autres opérations cognitives sont aussi mises en jeu, liées à la situation même de collaboration synchrone et distante. Celles-ci participent, en effet, à la définition de la situation et interfèrent, directement ou indirectement, sur cet espace de travail commun qui évolue au fur et à mesure du processus. Cette évolution est relative aux objets intermédiaires, à la conscience et au référentiel opérationnel construit communément.

Ces opérations sont à définir et à caractériser dans la suite de ce travail.

En s'appuyant sur le modèle proposé par Gronier (2006) et sur nos résultats ci avant-décrits (cf. Etat de l'art, p. 40), nous proposons une première modélisation de cette activité de collaboration qui implique la distance (permise par l'usage de l'outil SDC) et la synchronisation des échanges lors de collaborations pour la conception dans le projet architectural.

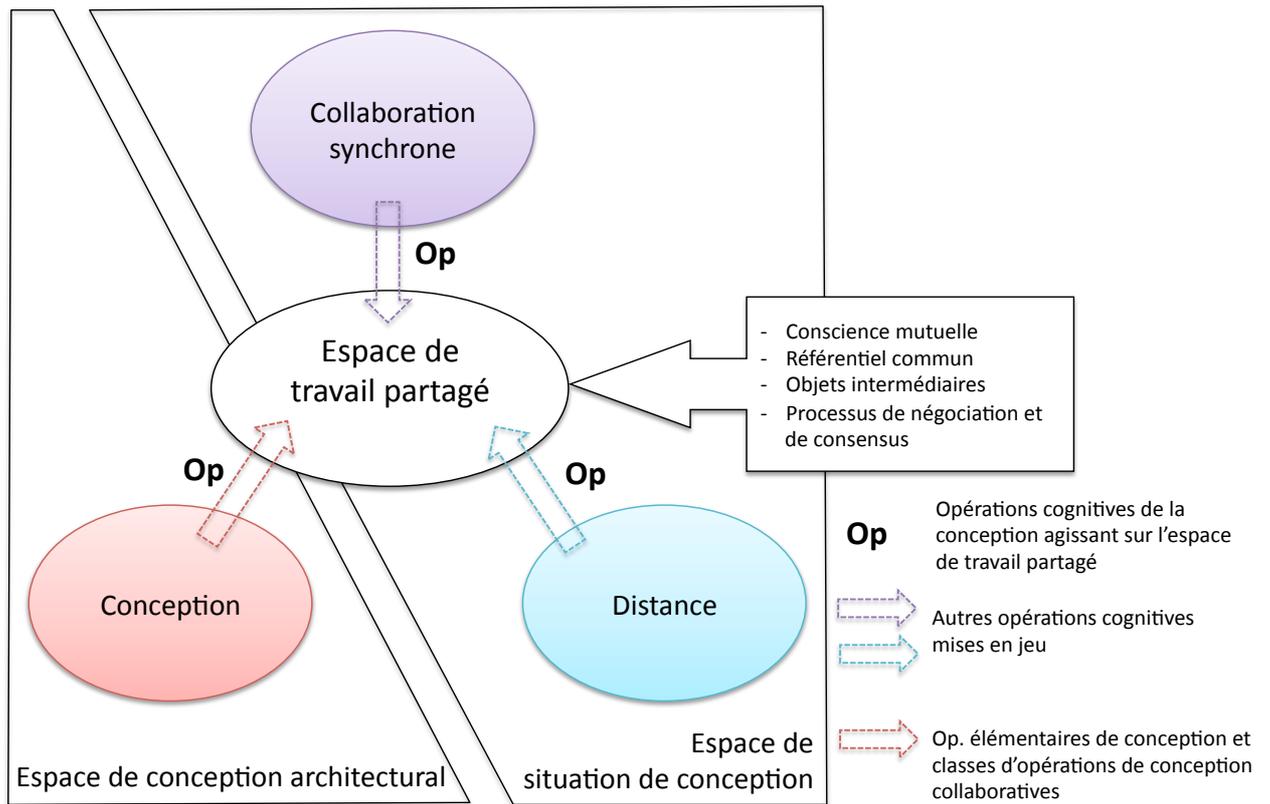


Figure 40 : Les différents espaces qui composent une situation de conception architecturale collaborative distante

## 5.2 Typologies et spécificités des opérations cognitives de conception architecturale collaborative distante et synchrone

---

### 5.2.1 / Partage et non partage des opérations élémentaires de conception

- ✓ 5.2.1.1 / Opérations élémentaires de conception partagées
- ✓ 5.2.1.2 / Opérations élémentaires de conception communes
- ✓ 5.2.1.3 / Autres opérations de partage

### 5.2.2 / Identification des opérations pragmatiques de la conception

- ✓ 5.2.2.1 / Vers une définition générale de l' « opération pragmatique »
  - ✓ 5.2.2.2 / Listes des opérations pragmatiques de la conception
  - ✓ 5.2.2.3 / Les opérations pragmatiques de collaboration
    - L'interprétation
    - La mise en commun
    - L'autonomisation
    - La prise de décision
    - L'évaluation du travail de l'autre
    - La construction de règles de travail en groupe
    - Le découpage du travail en groupe
    - La référencement à un travail en groupe
  - ✓ 5.2.2.4 / Les opérations pragmatiques d'usage de l'outil
    - L'appropriation
    - L'évaluation d'usage de l'outil
    - La construction de règles d'usage de l'outil
    - Le découpage de l'usage de l'outil
    - La référencement à l'usage d'un autre outil
    - Le dimensionnement, le positionnement et l'orientation
  - ✓ 5.2.2.5 / La remise en cause
- 

#### 5.2.1 Partage et non partage des opérations élémentaires de conception

La section précédente montre que les concepteurs, en collaborant sur un même projet architectural, partagent des *classes d'opérations de conception*, visant ainsi les mêmes objectifs. Néanmoins, les *opérations* qui y sont mises en jeu pour répondre à leur objectif et arriver à formaliser leurs intentions communes et partagées peuvent être différentes et non partagées.

En effet, qu'une *classe d'opérations de conception* soit *collaborative* n'implique pas que les *opérations élémentaires de conception* en jeu le soient. Dans la plupart des cas observés en agence d'architecture, ces *opérations élémentaires de la conception*, mises en jeu dans les

projets (*découpage, référencement, dimensionnement, orientation et positionnement*), suscitées par des *classes d'opérations de conception collaboratives*, n'ont pas été partagées. Elles sont mises en œuvre dans les projets de manière individuelle, même si elles impliquent une réflexion commune autour des mêmes domaines de référence, c'est-à-dire des *échelles architecturologiques collaboratives*. Ces opérations, par lesquelles les concepteurs donnent forme et/ou orientation et/ou emplacement et/ou mesure particulière au projet, sont l'œuvre d'un seul acteur. Ces opérations élémentaires de conception ne paraissent donc pas partagées (Ben Rajeb et al., 2010 b).

**EXP :** 3 / En laboratoire ; 12/07/10

**Projet :** Ecole rurale

Temps : 00:29:28

**Situation :** Positionner les différents éléments du programme relativement à l'emplacement de la cour destinée à la logistique, dans le terrain.

**Echelles :** Fonctionnelle et géographique

C1- ... il y a la cour et l'atrium intérieur avec l'air qui peut circuler dedans. Tu vois, on prend l'air... ça veut dire que mon atrium est comme ça, le réfectoire est là... Et les salles de cour, tu vois... et ça après, dans la cour on a la circulation. On a toutes les liaisons entre bureaux, salles, tu vois ? Ca peut être un passage, je ne sais pas... Qu'est-ce que tu en penses ? Tu vois la coupe que moi j'ai faite ?

C2- Oui, je réfléchis sur la circulation logistique. Tu as déjà trois mètres. Tu dois créer une pente pour accueillir les camions... Si tu as une cour de logistique qui arrive ici c'est pas mal sauf qu'ici tu auras une pente pour l'accès logistique...

C1- Oui, on crée une pente ici. Cela veut dire qu'ici il y a circulation logistique, moi je fais une pente. Qu'est-ce que tu en penses ? On creuse un peu si on a besoin...

-> Dans cet exemple, les deux concepteurs pensent à la création d'une cour pour accueillir la partie logistique du programme. Après avoir défini ensemble l'emplacement de cette cour, un des deux concepteurs commence à positionner, orienter, et dimensionner les circulations et les éléments du programme qui vont être autour.

L'autre collaborateur réagit en rappelant à son collègue que cette cour logistique se trouve à 3 mètres du niveau de la rue. Il lui propose alors de créer et de positionner une pente entre ces deux niveaux pour que les camions, gérant la logistique, puissent y accéder. Ici, l'*échelle fonctionnelle* et l'*échelle géographique* font l'objet d'un travail partagé. Elles sont donc *collaboratives*, mais les opérations *élémentaires de conception* qui les constituent restent différentes d'un acteur à un autre.

En effet, lorsque le premier concepteur pense à orienter et à positionner les éléments du programme autour de la cour intérieure, son collaborateur pense au circuit des camions devant accéder à cette cour.

Ici deux opérations de découpage sont mises en jeu, l'une relative à l'emplacement de la cour, l'autre relative à l'emplacement de la rue. Ces opérations de découpage ne sont donc pas partagées puisqu'elles sont mises en œuvre différemment et indépendamment.

Par ailleurs, tel qu'observé dans nos expériences *in situ* et en laboratoire, le SDC permet de partager, en temps réel et à distance, des annotations et des traces graphiques travaillées à deux mains, sur un espace numérique commun. Cette possibilité offerte par l'outil a induit des exceptions et/ou effets inattendus. En effet, nous avons constaté, dans certaines expérimentations, que *des opérations élémentaires*, telles que *le découpage*, *le dimensionnement*, *le positionnement* et *l'orientation*, ont été mises en œuvre collaborativement par les deux concepteurs ; elles sont donc considérées comme étant *collaboratives*. Ce partage a été possible par la mise en commun de représentations synchrones, réalisées à deux mains, sur l'espace de travail partagé offert par l'outil.

Néanmoins, il est important de distinguer ici ce qui relève :

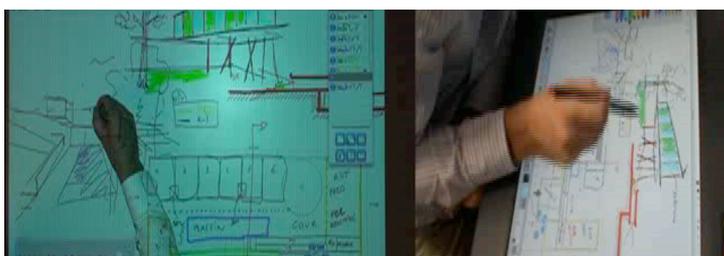
1/ d'une opération *partagée* réalisée par chacun, à partir de différents points de vue d'un même projet et pour une même *classe d'opérations de conception collaboratives*;

2/ d'une opération *commune* pensée, travaillée et représentée à deux à partir d'un même point de vue et pour une même *classe d'opérations de conception collaboratives*.

Ainsi, certaines *opérations élémentaires* font l'objet d'un travail collaboratif mais n'impliquent pas nécessairement un partage de point de vue par l'ensemble des concepteurs. Celles-ci sont, pour nous, des *opérations élémentaires collaboratives partagées* que nous distinguons des *opérations élémentaires collaboratives communes* issues d'un même point de vue et mises en jeu collaborativement et à deux mains.

### 5.2.1.1 / Opérations élémentaires de conception partagées

Le SDC, permettant le partage synchrone d'annotations et de documents graphiques, donne la possibilité aux concepteurs de dessiner au même moment, deux représentations graphiques différentes pour discuter d'un même choix de *mesure*.



Par exemple, dans une des expérimentations réalisées en laboratoire (EXP 4), les deux architectes commencent à dessiner deux points de vue différents à partir du plan de principe qu'ils ont construit tous les deux, au cours du processus. L'un fait un croquis représentant une vue donnant sur le préau de l'école rurale, l'autre dessine une autre

perspective modélisant l'organisation des salles de classe dans le site à partir de la vue offerte par le préau.

Sur le document partagé, deux *découpages* sont simultanément produits, de manière autonome, par les deux concepteurs, à partir de deux interprétations graphiques représentant ainsi deux perspectives différentes du projet.

Deux applications de l'*échelle de représentation* semblent être en jeu ici pour penser l'*échelle optique*. En effet, les concepteurs pensent la forme et l'organisation des salles de classe relativement à deux points de vue à partir desquels on peut regarder le projet. Ce projet est issu d'un processus d'évaluation, de consensus et de négociation donnant lieu à un plan de masse. Ce plan de masse est utilisé comme *référence partagée* pour que chaque concepteur puisse exposer son point de vue du projet. Nous parlons ici d'*opération de référencement collaborative et partagée*. Elle est mise en œuvre différemment mais reste néanmoins partagée.

A partir de cette *référence partagée*, les concepteurs réalisent donc deux représentations induites d'un mécanisme d'interprétation, à partir d'un plan mis en œuvre collaborativement. Chacune de ces représentations est ici porteuse de significations implicites pour chacun et engage une pensée spécifique et des perspectives différentes dans le site et le projet. Nous parlons ici aussi d'une *opération de découpage collaborative et partagée*.

### 5.2.1.2 / Opérations élémentaires de conception communes

Le SDC donne la possibilité, à distance, de dessiner simultanément et à deux mains une même représentation graphique. Il en induit la mise en œuvre d'un ensemble d'*opérations élémentaires collaboratives dites communes*.

Prenons l'exemple suivant (EXP 6). Après avoir dessiné deux perspectives différentes représentant la façade du projet à partir d'un même plan masse (*opération élémentaire de découpage collaborative et partagée*), un des deux architectes décide de refaire un croquis faisant une synthèse des deux autres façades produites. L'autre, le regardant faire, décide de le rejoindre en redessinant simultanément sur le même dessin. Ici, les collaborateurs ne se parlent pas, mais sont pourtant parfaitement synchrones dans et par leur dessin. Ils dimensionnent, orientent et positionnent le projet à deux mains (*ensemble d'opérations élémentaires de conception collaboratives et communes*).



Grâce à la synchronie offerte par le SDC, les deux collaborateurs dessinent simultanément une même perspective représentant la façade du projet. Ils *mettent ici en commun* l'ensemble des choix qui ont été définis précédemment lors du processus.

Ainsi, ils positionnent le projet, l'orientent et le dimensionnent simultanément ensemble. Ici les opérations de *dimensionnement*, de *positionnement* et d'*orientation* sont *collaboratives* et *communes*.

Ensuite, lorsque l'un esquisse le gabarit général de la façade du projet, l'autre traite le tramage des différentes ouvertures qui la composent. Une *opération de découpage* est donc aussi collaborativement mise en œuvre par les deux concepteurs, pour esquisser une même interprétation du projet dans le site. Cette interprétation est simultanément produite à partir de deux autres interprétations graphiques modélisant un point de vue de la façade du projet. Une échelle de *représentation collaborative* semble ici être en jeu pour penser *une même échelle optique*. Tout comme l'exemple cité ci-dessus, cette représentation est induite d'un mécanisme d'interprétation à partir de deux perspectives mises en œuvre séparément.

### 5.2.1.3 / Autres opérations de partage

Les *classes d'opérations de conception collaboratives*, mises en œuvre lors de ces collaborations synchrones et distantes, sont porteuses d'*opérations élémentaires partagées*, *communes* ou mises en jeu *différemment et séparément* par chacun des concepteurs.

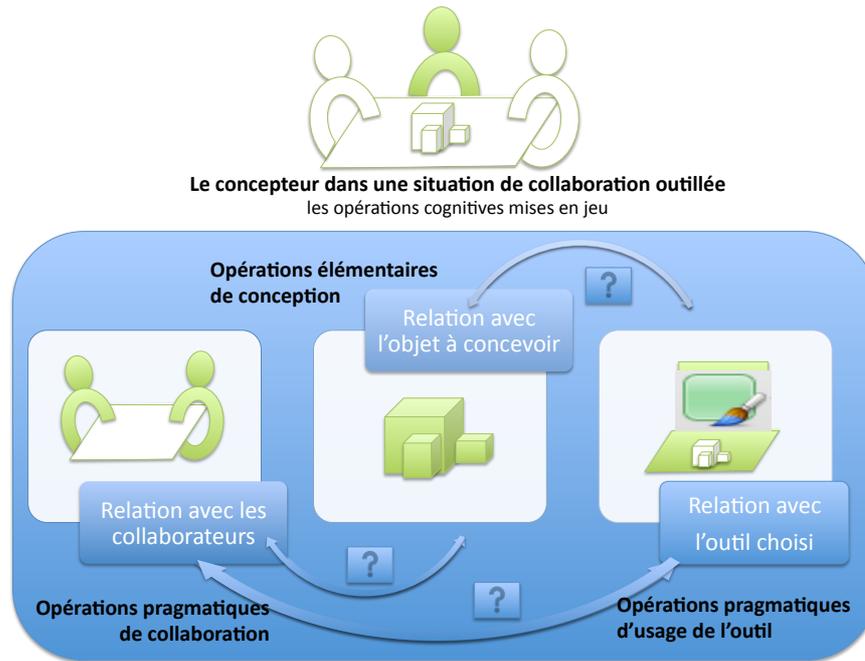
Visant la conception du projet, ces différentes *opérations élémentaires de la conception* participent à la définition des *mesures* données au projet architectural (cf. Chapitre 3, p. 167). Mais d'autres opérations cognitives, visant la collaboration et le partage, sont également mises en œuvre dans le cadre de nos observations et expérimentations *in-situ* et en laboratoire.

Ces opérations cognitives *de partage* sont ce qui nous intéresse, plus spécifiquement, ici et ne peuvent être confondues avec les cinq *opérations de la conception* issues du langage architecturologique et définies plus haut (*découpage*, *référenciation*, *dimensionnement*, *orientation* et *positionnement*). Ces opérations cognitives *de partage* ne semblent pas directement opérantes dans le projet mais participent à la construction et à la définition de la situation dans laquelle se déroule la collaboration.

En effet, nous ne pouvons identifier les différentes opérations cognitives mises en jeu dans nos expérimentations sans y intégrer la situation spécifique dans laquelle se déroule la conception du projet architectural.

Ces opérations mettent en relation une situation de conception (réunissant différents acteurs et collaborant à distance *via* un outil) et un objet architectural à concevoir (cf. figure 41).

La suite de nos résultats définit ces opérations particulières sous forme d'acception architecturologique et les caractérise pour proposer une modélisation théorique de la conception architecturale collaborative distante. Ce sont les opérations dites pragmatiques.



**Figure 41 : Les différentes relations qu'entretient le concepteur avec son environnement immédiat dans le cadre d'une conception collaborative outillée**

### 5.2.2 Identification des opérations pragmatiques de la conception

Différentes opérations cognitives ont été identifiées dans nos situations de collaboration distante. Elles se divisent en deux catégories qui participent, selon nous, au travail de la conception architecturale collaborative distante (donc outillée) :

1/ les *opérations élémentaires de la conception*, et de 2/ nouvelles opérations cognitives, détectées à partir des traces et des mots, simultanément construits par les concepteurs grâce à ce système, que nous nommons : « *opérations pragmatiques* » de la conception.

La distinction entre ces *opérations pragmatiques de la conception collaborative* et les *opérations élémentaires de conception* n'est pas facilement identifiable dans la description d'un processus particulier. Parce qu'elles paraissent indispensables à la conception collaborative, nous cherchons néanmoins à les définir et à comprendre leurs implications sur les opérations de mesures qualitatives et quantitatives du projet. Ces opérations pragmatiques participent en effet à la définition de la situation dans laquelle les architectes conçoivent le projet architectural.

Dans le cadre de notre présente recherche, nous avons étudié des situations de **collaboration** entre deux architectes qui conçoivent ensemble, à **distance** (espace) et de manière **synchrone** (temps), un projet architectural en phase esquisse via l'outil SDC. Ces différents critères (situations, espaces, etc. ; cf. p. 137) agissent sur le projet à concevoir par un ensemble d'opérations de conception, que nous avons nommées *opérations pragmatiques* de la conception.

Deux types de classes d'*opérations pragmatiques de conception* ont été identifiées à partir de nos expérimentations: des *opérations pragmatiques de collaboration* et des *opérations pragmatiques d'usage de l'outil*.

L'exemple qui suit illustre comment ces différentes opérations cognitives interviennent :

- souligné en trait continu : opérations de conception des *mesures* du projet architectural (nommées *opérations élémentaires de conception*) ;
- souligné en trait discontinu: opérations assurant la collaboration entre les deux architectes (que nous avons nommées ici *opérations pragmatiques de collaboration*) ;
- souligné en pointillé : opérations permettant à l'acteur d'utiliser l'outil (que nous avons nommées ici *opérations pragmatiques d'usage de l'outil*).

**EXP** : 6 / en laboratoire ; 13/11/10

**Situation** : Discuter de la forme du projet et de son insertion dans le site

-----

▪ je vais prendre une autre couleur

*(il sélectionne une nouvelle couleur pour re-esquisser au-dessus du dessin qu'il vient de réaliser)*

...ça c'est la première bande. Après c'est un vide, après c'est la deuxième bande qui fait ça. R+4 et la première bande est en R+2 ... L'idée c'est de trouver cette direction là, de faire une deuxième direction et après c'est la direction là. Peut-être qu'on le fait en courbe, avec un point là sur lequel on pivote... échelle géographique

▪ Après, c'est le point de vue que l'on a d'ici quoi

*(il montre avec le curseur l'espace concerné par son discours)*

... Là on va avoir vue sur des pignons... (échelle de visibilité) enfin, il faudrait voir comment fermer ici ...

*(le concepteur détourne les fonctions du projecteur et l'utilise pour re-calquer la perspective existante dans le programme sur l'espace partagé par les deux collaborateurs afin de réfléchir sur l'insertion du projet dans le site)*

▪ On est en train de dessiner sur l'organigramme c'est ça ?

▪ Oui, oui, l'organigramme, c'est le brouillon quoi...

*(chaque concepteur se concentre sur sa partie pour réfléchir isolément sur le programme, l'un travaille sur le plan, l'autre continue à dessiner la perspective en pensant à l'insertion du projet dans le site)*

▪ On peut dessiner en même temps, c'est possible ?

▪ Oui... Moi je verrais bien à un moment donné un truc qui se referme quand même... Alors après ça peut remonter derrière... Peut-être s'enrouler... (échelle géométrique)

*(il dessine en même temps qu'il décrit ses choix à*

*son collaborateur sur la forme à donner au projet)*

- Oui... C'est vrai qu'imaginer un seul élément qui serpente, ça nous évite de réfléchir à comment on va passer de là à là. *(échelle fonctionnelle)*  
*(ici le concepteur relie la forme à la fonction, en associant une forme fermée à une meilleure circulation entre les différents éléments du projet)*
- Bon je fais un nouveau calque parce que là c'est un peu le bordel.... *(il crée un calque et le nomme)*
- D'accord... Et si on imagine un autre truc  
*(il dessine sur le nouveau calque créé par son collaborateur)*

... et à chaque fois, on voit bien la structure du logement à côté... tu as un truc qui déborde. Tu as ça, tu as des bandes qui font ça, qui sont « en dents » comme ça et nous on jouera sur ça... *(échelle géométrique)*

- Oui, oui c'est bien. Ça c'est pas mal... On peut avoir aussi différentes hauteurs dans le bâtiment qui continuent le rythme ... *(échelle géométrique)*
- Oui... et au niveau de la façade, comme tu viens de le dire, on a la colline qui est derrière et on trouvera un immeuble qui fait deux niveaux, tac, tac, tac...  
*(il dessine une façade juste en dessous du plan pour interpréter ce qu'il a compris des dires de son collaborateur et pour poursuivre sa réflexion (échelle de représentation))*

... et après on trouvera un truc comme ça : Si là on est à deux un peu plus haut, là on est à trois et là on est à quatre... *(échelle géométrique)*

- Oui enfin je pense que l'on peut même aller plus loin... ça peut être vraiment en rythme...pour que l'on sente que tout est segmenté comme l'existant.  
*(il redessine au-dessus de la façade réalisée par son collaborateur pour réajuster et réexpliquer à l'autre ce qu'il voulait dire par « différentes hauteurs)*
- Et tu penses que l'on sort un peu de la typologie de la façade urbaine ?...
- Oui, enfin ce serait bien d'arriver à réécrire une façade qui soit vraiment verticale et qui soit composée d'éléments verticaux... *(degré zéro d'échelle de voisinage)*

→ Dans cet exemple, des moments particuliers participent au processus en intervenant à partir de différentes opérations cognitives telles que :

- les *opérations élémentaires de conception* qui précisent les *mesures* du projet (souligné en trait continu) ;
- les *opérations pragmatiques* issues de la situation de collaboration distante outillée (souligné en pointillé et souligné en trait discontinu).

Ces concepts architecturologiques ainsi posés, nous poussent à poursuivre nos recherches : d'abord 1/ en précisant ce que nous entendons par «*opérations pragmatiques* », ensuite 2/ en identifiant et définissant chacune d'elles et enfin 3/ en questionnant leur mise en œuvre par les concepteurs dans le cadre des expérimentations réalisées en laboratoire et *in situ*.

### 5.2.2.1 / Vers une définition générale de l'opération pragmatique

Le mot pragmatique se rapproche ici du concept philosophique pragmatisme qui vient du grec «*pragmata* », signifiant action. Il désigne ce qui s'appuie sur la valeur concrète des choses et ce qui se rapproche de la réalité du contexte.

Le sémiologue **Peirce** est considéré comme le fondateur du courant pragmatiste. Dans un article intitulé : «*Comment rendre nos idées claires* » (Peirce, 1982)<sup>65</sup>, il introduit les effets de telles ou telles circonstances sur les croyances de l'individu. Pour Peirce, le pragmatisme est un instrument, une méthode philosophique qui se base sur l'analyse des faits. Dans cette démarche ancrée sur le réel, Peirce définit le signe comme générateur de pensées. Il crée le terme «*pragmaticisme* » pour marquer sa divergence avec James (1907) et ainsi pointer sa visée qui est de se focaliser sur l'activité sémiotique de l'homme, et donc sur l'emploi des signes. Cette réflexion se poursuit dans son travail sur les signes linguistiques et leur emploi.

Dans un discours prononcé à l'Université de Californie en 1898, **James** remet à l'ordre du jour le «*mouvement pragmatiste* » en développant une doctrine appelée «*pragmatique* » par laquelle il introduit la notion de *pragmatisme dynamique*. Selon lui, le pragmatisme répond à une procédure de vérification expérimentale et donne aux théories figées une souplesse qu'elles n'avaient pas et les met en mouvement. Ce mouvement est rendu possible par les conséquences de tel ou tel contexte sur un fait particulier et par les différences produites à tel ou tel moment de la vie (James, 1907). Par cette nouvelle pensée, le pragmatisme se tourne vers les faits et l'action concrète, mettant en arrière plan l'abstraction et s'opposant aux dogmes et aux théories que James qualifie d'artificiels. En effet, le pragmatisme est considéré par James comme une *méthode* ou un *instrument de recherche* qui ne prend parti pour aucune solution particulière. Ainsi, la méthode pragmatique consiste à se tourner vers des résultats, des conséquences et /ou des faits.

Dans son article intitulé «*la réalité comme expérience* », publié en 1906<sup>66</sup>, **Dewey** suit à son tour les idées de la pensée pragmatique en accordant une place centrale à l'expérimentation. Il y présente les rapports reliant connaissance scientifique et expérimentation. Il s'éloigne ainsi d'une posture passive pour souligner la mise en œuvre d'une réflexion active et itérative sur la réalité et sur les connaissances qui ne sont jamais définitives par l'expérience.

Par ailleurs, la notion de *pragmatisme* ne doit pas être confondue avec la *pragmatique*.

---

<sup>65</sup> Tiré de la traduction proposée par Rozier (2008).

<sup>66</sup> Tiré de la traduction proposée par Germier et Truc (2005).

Issue de la branche linguistique, la *pragmatique* trouve ses véritables fondements entre 1950 et 1990. Elle se focalise principalement sur les éléments du langage qui sont liés au contexte. Introduite par le philosophe américain **Grice** (1969), elle met l'accent sur la distinction entre le sens *subjectif* au locuteur et le sens *objectif* des énoncés qui est posé par la logique linguistique et grammaticale. Dans la même lignée, **Ducrot** (1972) intègre les différentes formes de l'énonciation qui véhiculent autant une signification littérale que des informations implicites. Le philosophe **Sperber** et la linguiste **Wilson** (1989) ont développé à partir de ces idées une théorie pragmatique générale, connue sous le nom de « théorie de la pertinence », introduite dans leur ouvrage *la pertinence : communication et cognition*. Celle-ci souligne l'importance que représente la réalité des informations communiquées et impliquées dans un contexte donné.

Selon tous ces auteurs, le contexte de l'objet de connaissance prend une importance primordiale dans et pour sa connaissance ou croyance. Il lui confère un sens appuyé progressivement par l'expérience.

Ce que nous retenons du concept « *pragmatique* » est la pensée qui revient à identifier les opérations cognitives impliquées et liées à un contexte particulier (ici la collaboration outillée).

Les *opérations pragmatiques*, présentées dans cette étude, sont issues du contexte de la conception en situation de collaboration distante. Nous retenons donc ici les *opérations pragmatiques* comme complément aux *opérations élémentaires* posées par l'*architecturologie fondamentale*. Ces dernières nous décrivent l'activité cognitive de la conception du projet architectural, indépendamment du contexte, des acteurs, de leur nombre et/ou des outils utilisés. Comme leur nom l'indique, ces *opérations élémentaires* composent le processus de conception de l'objet et participent à la production d'un résultat « *sans que ce résultat soit nécessairement visé, ni qu'il soit par là accepté ou rejeté* » (Boudon, 2005, p. 105).

Les *opérations pragmatiques* sont impliquées dans et pour la conception mais peuvent ne pas porter (du moins de manière directe) sur les *mesures* du projet. Elles désignent des opérations issues de ces situations particulières de collaboration outillées, en conception architecturale. Ces *opérations pragmatiques* dépendent donc de la situation de collaboration qui réunit plusieurs concepteurs autour d'un même projet de conception. Elles sont ce qui permet de connecter des personnes (par la construction d'une *conscience mutuelle*), des points de vue (par un jeu d'interprétations graphiques et/ou orales, des propositions des uns et des autres prenant corps à partir de ce que dit et/ou dessiné chacun des collaborateurs participant à la construction d'un *référentiel opératif commun*) et des systèmes variés (par des conversations réflexives, des négociations et des consensus autour de différents domaines de référence mis en jeu collaborativement, permettant ainsi la *synchronisation cognitive* entre les différents concepteurs).

Cette définition des *opérations pragmatiques* s'appuie sur l'hypothèse selon laquelle les concepteurs conçoivent leurs situations de conception. Les situations alors conçues par ces acteurs influencent le processus de conception. Elles se caractérisent par des

dispositifs de collaboration (en présence ou à distance, de manière synchrone ou asynchrone), des méthodes ou organisations de travail (hiérarchique, désordonnée, *etc.*) et des outils (SDC, téléphone, papier/stylos, *etc.*).

### 5.2.2.2 / Liste des différentes opérations pragmatiques de la conception

Cette partie présente nos résultats d'analyse (issues des observations (*cf.* Chap 2) et des expérimentations en laboratoire et *in situ* (*cf.* Chap 4)) et identifie les opérations pragmatiques que nous avons détectées.

Toutes les opérations cognitives mises en jeu dans le cadre de nos analyses ont été listées dans le tableau ci-dessous (*cf.* tableau 26). Parmi elles, il y a les *opérations pragmatiques* qui peuvent être ou non partagées par les collaborateurs-concepteurs. Ces partages ainsi que leurs formes sont les objets mêmes du traitement de toutes les données recueillies des observations en agence et des expérimentations *in situ* et en laboratoire.

Opérations élémentaires de conception (objet architectural)	Opérations pragmatiques	
	(Homme)	(Outil)
	de collaboration (relatif à la collaboration entre les acteurs)	d'usage de l'outil (relatif au choix et à l'usage de l'outil)
	Prescription	
	Autonomisation	
	Interprétation	
	Mise en commun	
	Evaluation	Evaluation
	Construction de règles de travail	Construction de règles d'usage
Découpage	Découpage (structuration)	Découpage (structuration)
Référenciation	Référenciation	Référenciation
Dimensionnement		Dimensionnement
Positionnement		Positionnement
Orientation		Orientation
		Appropriation
Remise en cause ?		

Tableau 26 : Listes des différentes opérations cognitives mises en jeu dans le cadre de la collaboration distante outillée en conception architecturale

La section qui suit définit l'ensemble de ces *opérations pragmatiques* (de collaboration et d'usage d'outil) à partir de nos analyses architecturologiques mais aussi de recherches et de lectures théoriques issues d'autres champs. Ensuite, à partir de cet état de l'art, nous posons notre propre acception architecturologique de ces nouveaux concepts.

La caractérisation de chacun d'eux, participe, par la suite, dans la modélisation de cette situation particulière de conception architecturale collaborative et distante.

### 5.2.2.3 / Les opérations pragmatiques de la collaboration :

Dans ce paragraphe, nous présentons les différentes opérations pragmatiques détectées dans le cadre de nos analyses et de nos observations. Pour chacune d'elles nous proposons une définition générale. Puis à partir de nos lectures théoriques, nous en construisons notre acception architecturologique.

#### ✓ L'interprétation

##### Définition et état des connaissances:

« Traduire, donner un sens, s'approprier la proposition des autres en interprétant leurs productions orales ou graphiques ».

Visser (2009) évoque la notion de *complémentarité sémantique* (autant dans une situation de travail individuel que pour une collaboration entre concepteurs) entre différentes modalités sémiotiques (c'est-à-dire entre dessins, paroles, gestes, etc.). Elle parle d'« *artefacts cognitifs* » ou de « *représentations intermédiaires* »<sup>67</sup>, mettant en avant le rôle médiateur de ces modalités qui véhiculent des informations complémentaires entre les concepteurs (cf. Chap 1.1).

Cette fonction de *représentation intermédiaire* entre concepteurs marque pour nous le rôle prépondérant de cette *opération pragmatique d'interprétation* dans le processus même de la conception.

Ochanine (1978) fait la distinction entre *image opérative* (représentation mise en plan et/ou exprimée oralement par le concepteur à son collaborateur) et *image cognitive* (représentation cognitive pensée mais pas encore modélisée par le concepteur) (cf. Chap 1.1). Le concepteur auto-interprète son image cognitive, la représente en la rendant ainsi opérative pour communiquer<sup>68</sup>.

---

<sup>67</sup> D'autres chercheurs ont introduit la notion d'« *objets intermédiaires* » (Jeantet et al., 1998 ; Vinck, 1999 ; Brassac, 2000 ; Ruiz-Dominguez, 2005). Il s'agit de tous ces objets manipulés dans l'interaction qu'il s'agisse de dessins, d'instruments de traçage ou, plus généralement, de la matérialité ambiante et qui sont sujets à interprétation. Selon le cadre théorique dans lequel ce concept (*représentations intermédiaires*) est analysé, d'autres termes apparaissent tels que "*intermediary objects*" (Schmidt et al., 2002), "*entités de coopération*" (Boujut et al., 2002), ou "*objets-frontières*" (Star, 1990).

<sup>68</sup> Cette même distinction est définie par Eloi (1989) entre *image d'action* et *image de l'action* (Delignières, 1991).

Dans le champ de l'ergonomie cognitive, on parle de *réutilisation de solutions* et de *représentations* qui semble occuper une place prépondérante dans le processus de conception à plusieurs (cf. Chap 1.1). Selon Hatchuel (1994) celle-ci a plusieurs fonctions :

- elle permet l'intégration de sa propre production à celle d'autrui, et assure la cohérence des décisions de conception à partir des interprétations faites des propositions des autres ;
- elle permet à chaque concepteur d'évaluer l'interprétation des autres concepteurs.

Dans le champ de la pragmatique, Sperber et Wilson (1989) parlent de la *pensée interprétative* par laquelle chaque production réalisée, qu'elle soit graphique ou orale, peut être très significative pour son auteur mais paraître ambiguë, voire obscure pour autrui.

« Nous pourrions dire que le locuteur fournit par son énoncé une expression interprétative d'une de ses pensées et que l'auditeur construit, sur la base de cet énoncé, une hypothèse interprétative portant sur l'intention informative du locuteur. Il découle de notre explication générale de la communication inférentielle qu'un énoncé doit être l'expression interprétative d'une pensée du locuteur... ». (Sperber et al., 1989, p. 346).

Deux modes d'interprétation sont définis par Sperber et Wilson: l'interprétation *épistémique* et l'interprétation *active*.

- l'interprétation *épistémique* est une compréhension du sens de la représentation (orale et/ou graphique) réalisée par l'autre ;
- l'interprétation *active* est celle par laquelle chaque concepteur construit de nouvelles propositions en se référant à des préférences et à des pertinences.

Sperber et Wilson (1989) soulignent d'ailleurs l'importance de la *pertinence* dans l'interprétation de l'énoncé, en précisant que « *C'est le principe de pertinence qui détermine, selon les cas, à quel point une interprétation doit ressembler à la pensée qu'elle représente et, en particulier, si elle doit être littérale* ». Selon eux, « *Tout énoncé, donc, est l'expression interprétative d'une pensée du locuteur* » (Sperber et al., 1989, p. 346).

Une interprétation n'est jamais objective et ne correspond jamais parfaitement à ce que l'on veut dire. Lacon met par ailleurs en avant la limite d'une telle croyance :

« *Il est une conception illusoire de l'interprétation qui consiste à croire qu'il serait possible de substituer au discours d'un premier individu le discours d'un second, dans*

*le sens où il dirait exactement ce que celui-là voulait dire »... « l'interprétation n'est pas ouverte en tout sens sous prétexte qu'il ne s'agit que de la liaison d'un signifiant à un signifié et, par conséquent, d'une liaison folle. Elle n'est point n'importe laquelle. Elle est une interprétation significative, qui ne doit pas être manquée puisqu'elle fait surgir des éléments signifiants irréductibles » (Lacon dans Hatchuel, 1994).*

En psychologie de l'interaction, Brassac (2002) utilise le concept de « *sens potentiels* », pour une *étude clinique de l'activité cognitive collective* (cf. Chap 1.1). Ces *sens potentiels* sont des *interprétations* possibles issues de la mise en interaction de différents énoncés (programme, parole, dessin, etc.). Ces interprétations, créées à partir de ces énoncés, participent au processus de conception et de la modification des perceptions des différents concepteurs. Des remises en cause du modèle, construites à partir d'interprétations possibles, sont ainsi générées tout au long du processus. Selon Brassac (2002), ce processus serait co-construit de façon négociée par des acteurs qui s'ajustent mutuellement. Leurs choix et leurs représentations orales et graphiques sont susceptibles d'évoluer et de se modifier relativement aux choix, représentations et actions de l'autre (cf. Chap 1.1).

Nous pouvons par ailleurs citer Ségui (1992) qui affirme que « *les processus impliqués dans l'interprétation du message reçu sont, par essence, « ouverts » aux informations de nature très diverses, linguistiques et contextuelles* » (Ségui, 1992, p. 132). Gero et Kannengiesser (2004) parlent de « *situated function-behaviour-structure framework* », tandis que Brassac et Grégori (2001) parlent de « l'aspect *constructible* des conversations » (cf. Chap 1.1).

Ainsi, l'interprétation peut prendre différentes formes selon le champ dans lequel on se place. Elle est autant motivée par des productions graphiques qu'orales en leur conférant une signification directe (dénotation) et une signification seconde (connotation). Ces significations, données par les collaborateurs, sont relatives aux pertinences, connaissances, références et expériences de chacun.

#### *Acception architecturologique :*

Les *opérations pragmatiques d'interprétation* sont donc, pour nous, une des opérations cognitives à partir desquelles chaque concepteur interprète, oralement ou graphiquement, ce que dit ou dessine son collaborateur. Ces interprétations induisent elles-mêmes de nouveaux points de vue et nourrissent les choix des uns et des autres. Ces *opérations pragmatiques d'interprétation* permettent ainsi un ajustement des réflexions et participent à la synchronisation cognitive entre les concepteurs au cours du processus de collaboration. Elles motivent la conception architecturale collaborative et

participent à la formation de nouvelles représentations graphiques et/ou verbales.

Compte-tenu de ce qui précède, toute représentation est naturellement interprétative, et différemment reçue par les concepteurs. La représentation prend ainsi forme à partir de jeux d'*interprétations* qui participent de la genèse de *réflexions*, d'*idées* et de différentes *données contextuelles* et *personnelles*. La figure suivante (figure 42) illustre ce processus dans lequel :

- les réflexions mettent le concepteur dans une situation de *conversation continue* avec des représentations graphiques et/ou verbales externes ;
- les nouvelles idées sont nourries par des représentations graphiques et/ou verbales externes ;
- les données contextuelles (relatives à un existant et/ou un contexte préalablement donné) sont mises en relation avec des données personnelles relatives aux expériences, connaissances et références de chaque individu.

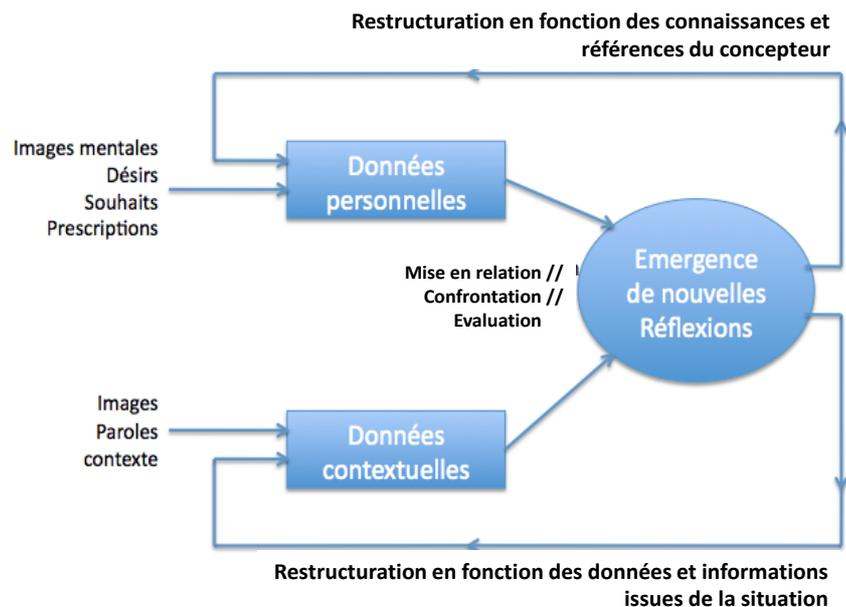


Figure 42 : Modélisation d'un processus d'interprétation

e

Ce schéma modélise le processus itératif *d'interprétation*, basé sur la genèse de réflexions, d'idées et de données, non figées. Ainsi, les opérations pragmatiques d'interprétation sont en perpétuelle évolution relativement au déroulement et au développement du processus de conception.

Ces *opérations* sont mises en relation de *co-évolution* avec d'autres opérations cognitives (telles que la *mise en commun*, l'*évaluation*, la *référenciation*, etc). En effet, lorsque les concepteurs partagent de nouvelles données contextuelles et/ou personnelles, verbales et/ou graphiques (à partir

d'opérations de *mise en commun*), mettent en relation certaines références ou connaissances acquises (à partir d'opérations de *référenciation*), confrontent les idées ou choix des uns et des autres (à partir d'opérations d'*évaluation*), ils font de nouvelles interprétations. Ces interprétations émergent de nouvelles réflexions qui participent elles-mêmes à recréer, à structurer et/ou à faire évoluer ces données, *etc.*

Ces données sont transformées par les interprétations qu'en font les autres, induisant différentes *représentations intermédiaires* véhiculant, au fur et à mesure du processus, des informations qui se complètent et qui sont interprétées par l'ensemble des collaborateurs. Ainsi, la transformation d'un modèle en un autre est d'abord issue d'interprétations diverses à partir desquelles de nouvelles mises à l'échelle peuvent se construire. Ces interprétations participeraient donc aux *mesures* conférées à l'objet architectural. Ces transformations constituent en *architecturologie* la base du développement de l'objet architectural dans toute situation de conception, qu'elle soit individuelle ou collective (Guéna et *al.*, 2006). Selon nous, ces transformations sont directement nourries, dans le cadre de conceptions collaboratives, par des interprétations qu'opèrent les concepteurs sur les propositions des uns et des autres.

Nous pouvons citer un exemple qui concerne une séquence de conception pendant laquelle deux architectes cherchent à insérer l'ensemble des éléments du programme dans le site. Pour expliquer le principe d'organisation du projet dans le site, le concepteur 1 dessine une coupe schématique sur le terrain, tout en décrivant oralement ce qu'il est en train de croquer.

Tandis que le concepteur 1 utilise la parole uniquement pour traduire son dessin, le concepteur 2 construit une interprétation de la coupe et de la parole de manière simultanée. L'interprétation, ici, ne passe pas uniquement par le dessin d'un côté et la parole de l'autre, mais par les deux, en même temps. Le concepteur 2 propose une nouvelle organisation du site en se référant à l'interprétation faite des dires et de la coupe schématique réalisée par son collaborateur. Il se met à dessiner, avec une autre couleur, par-dessus la coupe schématique du concepteur 1, en remplaçant certains éléments du programme et ainsi, il se réfère à la première coupe pour amener le concepteur 1 à construire une nouvelle interprétation de cette même coupe schématique.

Dans ce cadre, l'opération d'interprétation a été mise en jeu à partir d'un même schéma, devenu un élément de *référence* à partir duquel les deux concepteurs font évoluer le projet. Cette opération est ici combinée à une *opération de mise en commun* par laquelle les concepteurs construisent, au fur et à mesure du développement du projet, un référentiel opératif commun.

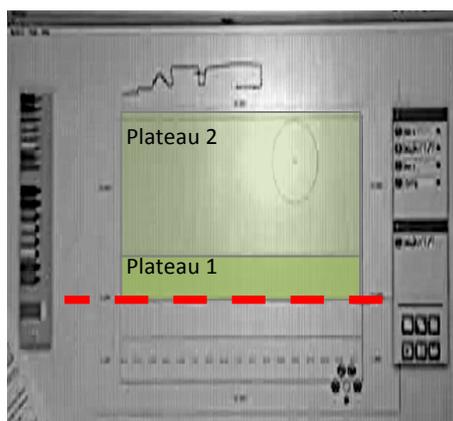
Par ailleurs, lorsqu'un concepteur produit une représentation graphique ou orale, celle-ci ne contient pas seulement des informations sur le modèle ou

sur ce qui est énoncé précédemment ; des suppositions, des références, des croyances, des souvenirs, des connaissances peuvent aussi jouer un rôle dans l'interprétation. Même si les différents collaborateurs proviennent d'une même communauté et partagent certaines connaissances de par leur spécialité ou leurs vécu et expériences, ils développent un savoir qui leur est propre. Des parcours de vie différents, même dans un même champ ou domaine, produisent nécessairement des savoirs différents. Nos expériences montrent qu'à partir d'un même modèle, décrit oralement ou dessiné, chaque concepteur construit sa propre représentation qui peut être radicalement différente de l'autre. L'interprétation impliquerait donc un découpage de l'information qui est transmise par l'autre concepteur. La situation de collaboration distante étudiée ici accroît ce phénomène d'interprétation par les échanges graphiques synchrones et la communication orale à distance, permis par l'outil SDC.

En esquissant et/ou en exprimant oralement un choix, un concepteur réalise une opération d'*auto-interprétation*, transformant sa propre *représentation mentale* en une *représentation induite* qu'il transmet à son collaborateur *via* le dessin et/ ou la parole. Le collaborateur interprète à son tour la proposition de son collaborateur, en y insérant sa propre *représentation mentale* qui, du fait, induit une nouvelle représentation.

L'interprétation induit ainsi des mécanismes d'évaluation et de transformation des représentations / modèles du projet de conception. Autrement dit, elle implique un processus de *modification/interprétation* des différentes représentations construites par chacun.

En empruntant les concepts de Sperber et Wilson (1989), deux modes d'*interprétation* ont aussi été observés dans nos expérimentations :



- une *interprétation épistémique* (sans faire de propositions) par laquelle le concepteur comprend le sens de la représentation, orale et/ou graphique, réalisée par l'autre ;

- une *interprétation active* par laquelle chaque concepteur construit de nouvelles propositions en se référant à des préférences et à des pertinences qui lui sont propres.

Pour penser l'aménagement du terrain et installer le programme dans la parcelle (Exp 4, cf. Annexe 12), deux concepteurs commencent par interpréter le programme. Les deux commencent par en faire une *interprétation épistémique* sans chercher à proposer un choix. Un des deux trace simplement la limite constructible sur le terrain tel qu'indiquée sur le

programme. Mais de suite, l'autre enchaîne en donnant une nouvelle proposition (insérer le projet « *du côté du jardin* »), à partir de *son interprétation active* du trait inséré par son collaborateur sur le plan du site. Ainsi, nous constatons, dans cet exemple, qu'avant même de répondre à l'énoncé indiquant la limite du terrain constructible, le concepteur 2 fait une **auto-interprétation** à partir de sa propre lecture du programme et de ce qu'il comprend des dires et du dessin de l'autre. *L'auto-interprétation* relèverait ainsi de la **genèse** d'un ensemble de *réflexions personnelles* qui mettent le concepteur dans une situation de *conversation continue* avec ses représentations internes et externes. A la suite de cette *auto-interprétation*, le concepteur 2 propose une *nouvelle interprétation*. Et le concepteur 1 fait une **ré-interprétation** des énoncés pour continuer dans sa réflexion. Il réajuste ainsi sa proposition par rapport à l'*interprétation* qu'il a faite des remarques et des suggestions de son collaborateur.

Ensuite, le concepteur 1 - voulant que son énoncé soit pris en compte et interprété d'une certaine façon par son collaborateur - inscrit, sur le document partagé par les deux concepteurs, l'information énoncée. Par cette opération, il spécifie non seulement l'indication qui lui paraît pertinente concernant le projet, mais précise aussi le contexte dans lequel évolue le projet. Les deux concepteurs se construisent ainsi un savoir mutuel du projet tout au long de leur collaboration. Enfin, lorsque l'un des deux concepteurs propose, le deuxième interprète et évalue ou non la proposition de l'autre selon ses propres pertinences. D'ailleurs, chacune des propositions énoncées ici par les concepteurs finit par des questions comme : « *tu en penses quoi... non ? tu vois ce que je veux dire ?* ». Chacun des concepteurs cherche la validation de l'autre afin de continuer dans leurs réflexions et éviter au possible les situations de conflit. Nous parlons ici d'une relation en relais. *L'opération d'interprétation* implique donc également une *opération d'évaluation*.

A travers cet exemple simple de collaboration entre deux architectes, nous observons la complexité opératoire d'une *opération pragmatique d'interprétation*.

Nous avons aussi constaté, dans certains cas, que l'*interprétation* était réalisée simultanément avec l'opération de *mise en commun*. Cette opération s'avère être indissociable d'une *opération d'interprétation* puisque toute *interprétation* se fait, non seulement par rapport à un sens linguistique, mais aussi par rapport aux intentions et aux « *vouloir dire* » que chacun en infère.

Ayant chacun des regards, des expériences et des références différentes, un concepteur ne peut saisir le « *vouloir dire* » de son collaborateur que lorsque certaines informations sont préalablement acquises par une opération de *mise en commun*. C'est pourquoi nous parlons ici d'une relation de *co-évolution* entre l'opération d'*interprétation* et l'opération de *mise en commun*.

Par ailleurs, le concepteur fait souvent d'abord une *auto-interprétation* du programme. Lors de cette opération d'*auto-interprétation*, le concepteur fait des suppositions en fonction de références, de croyances, de souvenirs et de connaissances. Cette opération d'*auto-interprétation* est aussi indissociable de l'opération d'*autonomisation* : opération par laquelle le concepteur s'isole, faisant appel à ses propres références, pour penser le projet de manière plus singulière, tout en tenant compte de la réflexion commune construite au cours du processus de conception. L'opération d'*auto-interprétation* induit nécessairement une opération d'*autonomisation*. L'interprétation est donc ici non figée et *co-évolutive* relativement aux autres opérations de la conception architecturale collaborative.

Un autre exemple peut illustrer cette relation complexe qui lie l'*interprétation* aux autres *opérations pragmatiques de collaboration* (cf. Exp 5, Annexe 12). Cet exemple est issu d'une séquence qui concerne un moment de conception un peu plus avancé dans l'esquisse pendant lequel les deux concepteurs décident de reconsidérer le projet à partir de différents jeux de scénographie. Ils décident, ensemble, de partir d'un principe général d'organisation, mis en place en commun à partir d'une coupe schématique, dessinée préalablement, pour proposer différents scénarii.



Pour ce faire, ils recourent à l'espace de travail virtuel partagé en deux parties sur lequel ils proposent, chacun de son côté, une scénographie différente. L'un commence par dessiner un croquis à partir duquel il révisé l'organisation de son plan masse, pendant que l'autre fait une coupe longitudinale sur le terrain tout en reprenant le plan masse qu'il a redessiné préalablement. Les deux concepteurs réalisent simultanément deux interprétations différentes à partir d'un même schéma d'organisation du projet architectural.

Cette séquence particulière de conception marque, dans un premier temps, un mode d'*interprétation* spécifique par lequel chacun des concepteurs exprime et illustre de manière différente sa proposition. Cette proposition fait appel aux références, suppositions et connaissances de chacun des concepteurs, donc à leurs données personnelles, tenant compte des données contextuelles. Celles-ci influent sur les choix des opérations de mesure conférées à l'espace architectural (les *opérations élémentaires de conception*). Dans un second temps, cette séquence de conception marque aussi une situation dans laquelle une *opération d'interprétation* est couplée à une *opération d'autonomisation*. Cette dernière permet à chacun des concepteurs de s'isoler pour penser le projet de manière singulière tout en tenant compte de la réflexion commune construite préalablement (les données contextuelles).

Cette séquence particulière est suivie par une *opération de mise en commun* par laquelle chaque concepteur décrit à l'autre sa proposition et explique oralement ses intentions, à partir des différents graphiques qu'ils ont produits.

Pour résumer, les opérations pragmatiques d'interprétation évoluent, tout au long du processus, se nourrissant des interactions formées avec les différentes *opérations cognitives de la conception* ; qu'elles soient *élémentaires de la conception architecturale* en influant sur les choix des opérations de mesure conférées à l'espace architectural, ou *pragmatiques de la collaboration* en participant à l'*ajustement continu* des pensées et des réflexions entre les deux concepteurs, au cours de leur collaboration. Nous parlerons ici de **co-évolution** comme mode de relation spécifique entre l'*opération pragmatique d'interprétation* et les *opérations cognitives de la conception*.

Ces opérations pragmatiques d'interprétation participent alors à la construction d'un raisonnement cognitif par lequel chaque proposition (représentation orale et/ou graphique) est appropriée de manière différente par chacun des deux concepteurs. Cette réappropriation permet, non seulement de produire cognitivement de nouvelles données à partir de ces informations, mais aussi d'assurer un **ajustement continu** des pensées et des réflexions entre les deux concepteurs au cours de leur collaboration.

#### ✓ La mise en commun

(Opération pour la construction d'un référentiel opératif commun)

##### Définition et état des connaissances:

« Mettre en commun, définir, confirmer et/ou préciser des informations importantes pour assurer la collaboration entre les concepteurs: à propos du contexte du projet et/ou du mode d'utilisation de l'outil »

Cette opération pragmatique de mise en commun vise la construction d'un référentiel opératif commun nécessaire à toute collaboration (cf. p. 22). La notion de référentiel opératif commun a été initialement introduite par de Terssac et Chabaud (1990) dans leurs travaux. Ils le définissent comme étant : « La mise en commun des compétences pour préparer et réaliser une action. Cette mise en commun des compétences, en même temps qu'elle complète la représentation que chacun se fait de la tâche à réaliser, constitue un référentiel commun permettant d'ajuster les décisions de chacun en fonction des connaissances de l'autre » (de Terssac et al., 1990, p. 128). Ce référentiel opératif commun n'est donc pas figé ; il se construit au fur et à mesure du développement du processus et de la collaboration entre les acteurs (cf. Chap 1.1).

Selon Leplat (1991), le référentiel opératif commun est une « représentation fonctionnelle commune » qui permet d'orienter les concepteurs lors de

l'exécution d'une tâche collective. Cette *représentation commune*<sup>69</sup>, est nourrie par des informations paraissant pertinentes à l'ensemble des collaborateurs et extraites des connaissances antérieures et du contexte dans lequel évolue l'espace architectural.

Dans une situation de collaboration, chaque concepteur construit sa propre représentation de la situation tout en y intégrant ses propres références, connaissances, points de vue, *etc.* Cette représentation diffère donc d'un concepteur à un autre et peut même être contradictoire avec celles des autres collaborateurs (Giboin, 2004). Leplat (1991) souligne à cet égard que chaque collaborateur confère une représentation différente de ce que l'autre dit et/ou fait, même s'il le comprend.

Cette opération de mise en commun en vue de construire *un référentiel opératif commun* est également interrogée par d'autres chercheurs provenant de différents champs, tels que Dillenbourg (1999) qui utilise la notion de *modélisation mutuelle (mutual modeling)*, Ochanine (1978) qui introduit la notion d'*image opérative partagée*, ou Nova (2005) qui parle de la construction d'une *compréhension partagée de la situation*, ou encore Salas, Prince et Baker (1995), qui parle du concept de *conscience mutuelle de la situation (team situation awareness)*. Dans le domaine de la communication, Clark et Brennan (1991) parlent de *partage de terrain commun (common ground)* (*cf.* Etat de l'art, p. 23).

Ces auteurs s'accordent sur l'importance de *mettre en commun* un certain nombre d'informations qui concernent autant le projet, les tâches de chacun que la situation même dans laquelle se déroule la conception, pour la construction d'un *référentiel opératif commun*. Ce dernier facilite, dans le cadre du travail collaboratif, la compréhension et le dialogue et diminue les écarts surtout lorsque les concepteurs sont géographiquement séparés.

#### Acception architecturologique :

Les *opérations pragmatiques de mise en commun* sont pensées comme une complexité opératoire qui concerne la définition du contexte du projet, d'une part et de l'environnement dans lequel conçoivent les collaborateurs, d'autre part. Elles permettent de préciser, confirmer ou infirmer les propriétés de l'objet à concevoir et de la situation dans laquelle les collaborateurs

---

<sup>69</sup> Ces *représentations communes*, issues d'informations mises en commun par l'un ou l'autre collaborateur, se caractérisent, selon Ochanine (1978), par :

- la *pertinence* : seules certaines informations provenant de la situation, celles qui sont utiles à l'activité même de conception et/ou de collaboration, sont prises en compte; ce qui implique la hiérarchisation de l'information reçue.
- la *déformation de l'information*: ces représentations communes ne sont pas seulement une addition d'informations pertinentes mises en avant par les collaborateurs ; elles dépendent des interprétations des uns et des autres de ces informations. De ses représentations peuvent aussi résulter des contre-sens, voir même des oxymores (Chiflet, 2011) accentuant la déformation des informations sélectionnés de la situation, ce qui rend d'autant plus difficile le traitement des informations à mettre en œuvre.

travaillent ensemble pour le concevoir. Elles permettent d'ajouter et d'apporter des informations qui paraissent indispensables à la collaboration et qui concernent directement ou indirectement l'objet à concevoir. Ces *mises en commun* sont donc les *opérations pragmatiques* par lesquelles les concepteurs se construisent, graphiquement et/ou oralement, un *référentiel opératif commun* au fur à mesure de l'évolution du processus de conception.

Ce *référentiel opératif commun* est continuellement nourri par des informations paraissant pertinentes à l'ensemble des collaborateurs et extraites des connaissances antérieures au contexte dans lequel évolue l'espace architectural. Ces connaissances antérieures proviennent des expériences, des compréhensions, des suppositions et des références propres à chaque acteur travaillant autour de la conception du projet. En effet, dans une situation de collaboration, chaque concepteur construit sa propre représentation de la situation en y intégrant ses références, connaissances, points de vue, *etc.* Cette représentation reste spécifique à chaque acteur et procède de la construction de références personnelles liées à la personnalité et à l'individualité du concepteur (carrière, expérience, modèle personnel, *etc.*).

Ces références personnelles diffèrent d'un concepteur à un autre et peuvent être contradictoires avec celles des autres collaborateurs. En collaborant, les acteurs construisent par ailleurs, ensemble et au fur et à mesure du processus, une représentation commune de la situation sous la forme d'un *référentiel opératif commun*. Celui-ci n'est pas le résultat d'une simple addition de références personnelles spécifiques à chaque acteur (*I-space*) mais implique aussi la notion de pertinence et l'effort produit par chacun pour comprendre ce que veut dire ou veut faire l'autre en vue d'un apprentissage croisé (tel que défini par Hatchuel 1994, p. 22).

Pour la construction de ce *référentiel opératif commun*, trois formes d'*opérations pragmatiques de mise en commun* sont mises en oeuvre :

1/ Sous forme de **questions** visant à valider ou préciser différentes propriétés du projet et/ou de l'outil utilisé pour concevoir à plusieurs.

2/ Sous forme d'**affirmations** et/ou **d'infirmités** : informations participant à la définition du projet.

3/ Sous forme de **représentations graphiques** qui peuvent prendre la forme de dessins et/ou d'annotations et/ou de schémas, *etc.* dont les objets peuvent être une idée et/ou des informations sur le projet. Ces représentations peuvent également prendre la forme de mots clés en vue d'indexer, de retrouver ou de notifier plus facilement certaines informations représentées sur le plan. Nous pouvons ainsi définir deux types de représentations mises en oeuvre pour la *mise en commun* : les *représentations conventionnelles* et les *représentations spontanées*

- Les ***représentations conventionnelles*** obéissent à des symboles et figures conventionnels et préalablement définis de l'architecture. Exemple : « une flèche avec écrit N au-dessus » indique la direction du Nord sur le plan.
- Les ***représentations spontanées*** permettent aux concepteurs de mettre en commun des informations qui concernent le projet, et/ou de mettre en forme leurs mots sur le plan partagé. Exemple : « encercler une zone » permet au concepteur d'identifier et de montrer à son collaborateur la zone concernée par ses dires.

*Ces représentations* sont d'autant plus importantes pour la *mise en commun* d'informations lorsque les deux concepteurs ne parlent pas parfaitement le français et ont du mal à se comprendre (Cf. Exp 3, Annexe 12).

Par ailleurs, ces opérations pragmatiques de *mise en commun* peuvent être mises en jeu **explicitement** ou **implicitement** par les deux collaborateurs. Par exemple (Cf. Exp 3, Annexe 12), pour la prise en compte du programme et des contraintes imposées par la géographie du site, un des deux concepteurs écrit les éléments qui lui paraissent pertinents dans le programme à insérer dans le site. Il note sur le calque partagé : « 6 classes », « 1 salle des professeurs », « 1 réfectoire », « une bibliothèque » devant lesquels il inscrit les mètres carrés correspondant à chaque espace. En hiérarchisant ainsi le programme et en le représentant graphiquement sur cet espace commun, il partage **implicitement** des informations pertinentes avec son collaborateur. Ensuite, il lui énonce **explicitement** cette *mise en commun*, pour avoir ainsi sa validation avant de commencer à réfléchir ensemble sur la forme et les mesures du projet « *Tu vois, ceux sont les quatre éléments les plus importants pour moi...* ».

L'opération de *mise en commun* est en constante relation avec les autres opérations pragmatiques de collaboration et de fonctionnement de l'outil : l'évaluation, l'interprétation, la normalisation, l'autonomisation.

- *L'évaluation et la mise en commun* : Nous avons vu plus haut que la *mise en commun* est liée à la notion de *pertinence* par laquelle les concepteurs choisissent les informations. Juger ainsi de la *pertinence* de telle ou telle information ou de telle ou telle proposition ou de tel ou tel choix de mesure, revient à mettre en œuvre une opération préalable d'évaluation. Et réciproquement, à chaque *évaluation*, le concepteur *met en commun* son avis et l'expose à son collaborateur afin de nourrir une *représentation commune* de la situation et participer ainsi à la construction d'un *référentiel opératif commun*.

- *L'interprétation et la mise en commun* : toute opération de *mise en commun* s'accompagne d'une *opération pragmatique d'interprétation* par laquelle chaque concepteur s'approprie l'information partagée. Elle permet la confrontation de sa propre *interprétation* des données *mises en commun* et de celle d'autrui et assure leur cohérence.

- *La normalisation et la mise en commun* : l'établissement de règles de travail permet d'assurer la coordination inter-individuelle du travail entre les différents concepteurs et facilite les procédures de mise en commun d'informations importantes pour la conception du projet ou pour l'organisation du groupe.

- *L'autonomisation et la mise en commun* : l'autonomisation est souvent suivie d'une opération de *mise en commun* lorsque le concepteur décide de partager ses réflexions développées lors de l'autonomisation.

L'opération de *mise en commun* interfère aussi sur les mesures du projet. Elle est alors en relation directe avec les opérations élémentaires de conception : *référenciation, découpage, dimensionnement, positionnement et orientation*.

- *L'opération élémentaire de référenciation et la mise en commun* : lorsque les concepteurs font appel à une référence interne ou externe au projet, ils construisent un référentiel opératif commun. Ils développent un espace de réflexions (*We-Space*) à partir duquel ils conçoivent l'espace architectural.

- *L'opération élémentaire de découpage et la mise en commun* : lorsque les concepteurs se focalisent sur un domaine de référence, ils réalisent une *opération élémentaire de découpage* du projet en choisissant des dimensions architecturologiques à travailler suivant un domaine de référence pour attribuer de nouvelles mesures à l'espace architectural.

- *Les opérations élémentaires de dimensionnement, de positionnement et d'orientation et la mise en commun* : quand un concepteur dimensionne, positionne et/ou oriente l'espace architectural relativement à un domaine de référence partagé, il le transforme en le représentant, graphiquement et/ou oralement. En mettant en œuvre ses opérations, le concepteur partage de nouvelles informations sur ces mesures avec son collaborateur.

Deux autres modes de relation entre ces *opérations cognitives* peuvent être définis ici (autres que celle citée plus haut concernant *l'opération d'interprétation* : relation de **co-évolution**): la cascade et le relais.

- **relation en cascade** (relation *par nécessité*) : une opération cognitive peut en générer une autre par nécessité. Cette nécessité peut être due à la situation de collaboration, à l'usage de tel ou tel outil ou aux besoins du projet architectural. Par exemple, la *mise en commun* nécessite une *opération d'interprétation* permettant la confrontation des références spécifiques à chaque acteur. Cette confrontation participe à la construction de *référentiel opératif commun* entre les deux collaborateurs.

- **relation de relais** (relation *par choix*) : une opération cognitive peut entraîner une autre par choix d'un ou plusieurs concepteurs. Par

exemple, une opération de *mise en commun* entraîne dans certains cas une opération de collaboration d'*évaluation* par laquelle le concepteur juge la *pertinence* de telle ou telle information mise en commun par son collaborateur.

### ✓ L'autonomisation

#### Définition et état des connaissances:

« *S'isoler et concevoir de manière autonome, tout en prenant en compte le travail des autres* ».

Visser (2009) introduit la notion d'autonomisation dans une étude sur les activités de co-conception. Elle parle de «parallélismes d'activités» dont elle souligne l'importance dans le travail collectif. Selon elle, ces *activités parallèles* sont marquées par des interruptions et des recouvrements tout au long du processus. Elles « *constituent une indication de la place qu'un mode de "conception individuelle" peut prendre dans une réunion de co-conception entre des architectes* » (Visser, 2009, p. 152).

#### Acception architecturologique :

Les *opérations pragmatiques d'autonomisation* marquent des moments d'isolement pendant lesquels les mesures du projet sont pensées de manière autonome, tout en tenant compte du travail des autres pour considérer l'espace architectural dans sa globalité.

Dans une collaboration, le travail à deux n'induit pas systématiquement une interaction continue. Même si les collaborateurs travaillent ensemble sur le même projet et partagent un même point de vue, nos analyses montrent, qu'à certains moments, chacun réfléchit *indépendamment* et construit une réflexion isolée.

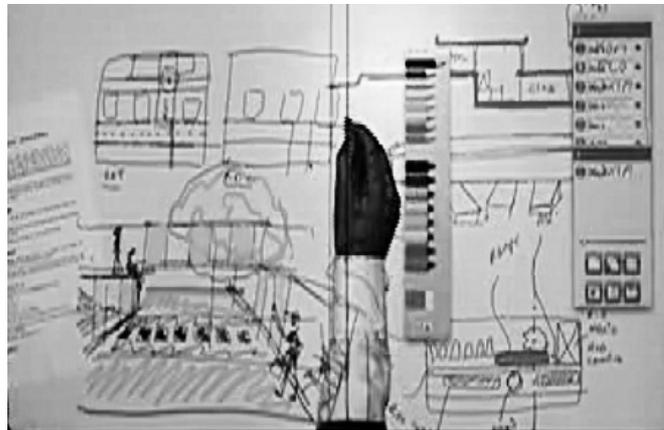
Cette opération d'*autonomisation* est marquée par:

- des moments de silence pendant lesquels chaque concepteur s'isole pour produire une esquisse graphique personnelle ou pour simplement lire le programme qui lui a été donné ;
- des réflexions orales personnelles à mi-voix qui n'ont pas pour objectif d'être partagées mais qui sont néanmoins issues de situations de collaboration.

Par exemple, (*cf.* EXP 1, Annexe 12) lorsque le programme est donné aux architectes, chacun le décortique et se l'approprie indépendamment. L'un se contente de le lire à mi-voix pendant que l'autre sélectionne, parmi les éléments décrits dans le programme, certaines informations qui lui paraissent pertinentes et qu'il note sur le document partagé.

Nous distinguons, par ailleurs, deux sortes *d'autonomisation* : une *autonomisation* permettant de continuer la réflexion et une *autonomisation* qui interrompt la réflexion :

- **L'autonomisation permettant de continuer la réflexion :**  
Chaque concepteur continue la réflexion développée en commun dans le processus mais isolément. Par exemple, pour reconsidérer le projet à partir de sa scénographie (Cf. EXP 4, Annexe 12), chacun des concepteurs s'isole pour construire une *interprétation* de l'organisation du projet faite à deux. Les concepteurs construisent leur propre *règle de travail à deux* et découpent l'espace graphique commun en deux zones sur lesquels ils esquissent chacun de leur côté. Ainsi chacun a pu poursuivre sa réflexion quant à la scénographie du projet et aux possibilités de vues qu'il offre.



Cette opération pragmatique n'est pas supportée par l'outil SDC qui permet de partager un espace graphique (We-Space) mais qui ne donne pas aux concepteurs la possibilité de se créer un espace graphique individuel (I-Space) à moins de détourner l'outil et de faire comme ces concepteurs (découper l'espace en deux par un trait au centre). Néanmoins, cette juxtaposition des représentations favorise une *interprétation croisée* par les deux concepteurs. Cette *interprétation croisée* est suivie par une confrontation des deux propositions conduisant à de nouvelles *interprétations croisées*.

- **L'autonomisation interrompant la réflexion :** le concepteur rompt le processus cognitif pour réfléchir sur un autre point de vue qui lui semble pertinent. Par exemple, pour aménager le projet relativement au programme et au site qui leur a été donné (Cf. EXP 3, Annexe 12), les deux concepteurs se partagent les tâches à faire et s'isolent chacun de son côté. L'un commence alors à dessiner l'escalier extérieur donnant accès aux salles de classe pendant que l'autre aménage la salle à manger en y insérant des sanitaires.

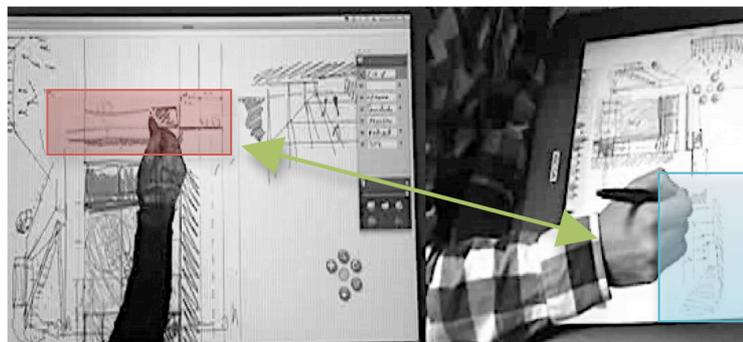
Par ailleurs, ces opérations d'autonomisation peuvent intervenir de manière

spontanée ou de manière réfléchie.

- de **manière réfléchie** : l'opération cognitive est annoncée par un des deux collaborateurs. Elle est issue d'une *opération pragmatique de prescription* (*attends, je réfléchis*) ou d'une *opération pragmatique de construction de règles de travail* (*tu dessines à droite et moi à gauche*) (Cf. EXP 4, Annexe 12). Nous appellerons cela une **autonomisation raisonnée**.

- de **manière spontanée** : l'opération cognitive n'est pas annoncée par l'un et/ou l'autre collaborateur. Elle est le plus souvent manifestée par un arrêt de dialogue entre les deux concepteurs. Nous appellerons cela une **autonomisation spontanée** ;

Un exemple illustre la mise en œuvre d'une autonomisation spontanée. Il concerne (Cf. EXP 5, Annexe 12) l'organisation et l'aménagement du terrain pour la conception d'une école rurale. Un des deux concepteurs décide, à un moment donné du processus, de passer de la vue en plan à une coupe pour voir comment le projet s'insère dans le site. Parallèlement, son collaborateur continue à dessiner une vue en perspective à partir du préau donnant sur la cour. Pendant que ce dernier esquisse son croquis, l'autre concepteur regarde puis reprend sa coupe pour la terminer. Soudain, il s'arrête pour regarder la perspective de son collaborateur puis il lui demande : « *Et là, c'est quoi ...* ».



C1 pense à l'insertion du projet dans le site par le biais d'une coupe

C1 pense à l'ambiance qu'il veut avoir dans le projet par le biais d'un croquis intérieur

Contrairement à l'exemple qui précède « *Moi je dessine à gauche et toi tu dessines à droite...* » (**autonomisation raisonnée**), l'**autonomisation**, ici, ne s'est pas faite à partir de la *construction de règles de travail* à deux mais spontanément et de manière synchrone. Il s'agit d'une opération d'**autonomisation spontanée** pendant laquelle un des concepteurs s'isole pour construire sa propre interprétation graphique de l'organisation du projet dans le site.

Cette opération est rendue possible grâce à la synchronisation et à la possibilité de dessiner instantanément à deux mains sur un espace de travail partagé, offertes par le SDC. Ici aussi, nous observons une juxtaposition de

représentations qui favorise une *interprétation croisée* conduisant à de nouvelles formes d'*interprétations croisées*.

A l'issue des *opérations d'autonomisation*, de nouvelles réflexions et mesures sont conférées à l'espace architectural. C'est ainsi que la réflexion individuelle (*I-Space*) semble prendre une place importante dans le cadre de réunions de conception en collaboration (*We-Space*).

L'*opération d'autonomisation* est aussi reliée aux autres opérations pragmatiques de conception par différentes interactions complexes :

- ❖ *Autonomisation et interprétation* : le concepteur, en tant qu'individu ayant ses propres connaissances, références et pertinences, tend à faire converger un certain nombre de singularités : sa propre singularité, la singularité mise en avant par l'autre concepteur, la singularité du projet à concevoir et la singularité même de l'outil dont il fait usage. Le concepteur jongle ainsi entre toutes ces singularités *via* une opération d'*autonomisation* par laquelle il se les approprie au fur et à mesure du développement du processus par *des interprétations personnelles*. Ceci met en avant l'importance de l'*opération pragmatique d'autonomisation* dans le processus de conception sans laquelle le concepteur ne pourrait évoluer entre toutes les individualités des différents éléments qui l'entourent et les interprétations qu'il en fait.
- ❖ *Autonomisation et découpage / mise en commun / évaluation* : lors d'une *opération d'autonomisation*, le concepteur se recentre sur ses propres perceptions et *interprétations individuelles* qui sont souvent reliées à des choix et à des intérêts personnels. Ces choix et intérêts sont le plus souvent définis par un *découpage* des tâches selon les besoins et/ou les intérêts de chacun dans le groupe. L'*opération d'autonomisation* est donc reliée aux autres opérations cognitives *par relais* (par choix) ou *en cascade* (par obligation) (cf. Annexes 4).

Cette opération cognitive est souvent suivie d'une :

- *Mise en commun* des choix avec le collaborateur marquant ainsi le passage d'une réflexion individualiste vers une réflexion partagée pendant lequel le concepteur recompose la totalité de ses idées et de ses choix à partir des différentes réflexions et interprétations individuelles (*relation par relais*). Cette relation qui lie l'opération de l'*autonomisation* à l'opération de *mise en commun* marque le passage d'un *I-Space* à un *We-Space*.
- *Evaluation* de sa propre proposition ou de la proposition de son collaborateur, issue d'une (ou des) *réflexion(s) personnelle(s)*

construite(s) lors et à partir de l'opération d'*autonomisation*<sup>70</sup> (*relation en cascade*).

- *Interruption (découpage)* de la réflexion faisant passer les deux concepteurs à un autre point de vue sans lien (apparent) avec le précédent (*relation en cascade*).

Ces propriétés des *opérations pragmatiques d'autonomisation* (entre une *autonomisation raisonnée* et une *autonomisation spontanée* / entre une *autonomisation poursuivant la réflexion* et une *autre l'interrompant* / les *relations complexes qui relient l'autonomisation aux autres opérations pragmatiques, etc.*), nous conduisent à observer les fonctionnalités du SDC et les usages que les concepteurs en font. Cette analyse a abouti à des remarques qui expriment la difficulté des concepteurs à avoir leur espace de travail personnel.

En effet, même si le SDC n'empêche pas le concepteur de se créer lui-même son propre carnet privatif, en prenant une feuille et un stylo à côté de l'interface partagée par exemple, il oblige les deux concepteurs à ruser et à détourner les fonctionnalités de l'outil (*opération pragmatique d'appropriation : détournement de l'usage de l'outil*) en construisant une méthode de travail propre (*opération pragmatique de normalisation : établissement de règles d'usage de l'outil*) pour construire et préserver un espace de travail personnel.

Ainsi, le SDC devrait donner la possibilité aux concepteurs de facilement passer d'un espace de travail partagé (tel qu'il existe aujourd'hui) à un espace personnel. Cet espace personnel devrait par ailleurs donner la possibilité au concepteur de le faire partager à n'importe quel moment du processus avec son collaborateur selon les besoins et les pertinences qui lui sont propres :

- pouvoir passer d'un espace de travail commun à un espace de travail individuel ;
- avoir la possibilité de partager son propre travail à un moment donné du processus.

#### ✓ **Prise de décision**

##### Définition et état des connaissances:

« Décider ensemble et/ou imposer à l'autre des directions, des objectifs et/ou des choix qui concernent le projet. »

<sup>70</sup> D'autres auteurs parlent dans ce cadre de « *la critique de solution* » pour évoquer la notion d'évaluation de la solution et de la gestion de conflits (Klein *et al.*, 1989 ; Fischer *et al.*, 1991 ; Falzon *et al.*, 1992 ; 1996 ; Darses *et al.*, 1993).

L'opération de *prise de décision* ne consiste pas seulement au fait d'imposer un ordre. Elle ne contraint pas simplement à la réalisation d'une tâche, mais permet d'assurer au mieux l'évolution du projet en suivant un objectif commun. Dans ses travaux de recherche (cf. Chap 1.1), Hatchuel (1994) montre la nécessité de ce qu'il appelle « *prescription réciproque* » entre différents acteurs voulant atteindre un objectif commun. Ces prises de décision qui peuvent aussi prendre la forme de prescriptions, permettent, selon lui, « *d'atteindre ses propres objectifs tout en respectant les prescriptions de l'autre* » (Hatchuel, 1994, p. 115).

Weick et Roberts (1993) montrent par ailleurs l'importance de la conversation dans la construction d'un *référentiel commun* (la mise en commun) qui lui-même permettrait d'assurer la *réciprocité* des *prescriptions* entre les acteurs. La conversation préserve, selon eux, une interaction dense et permanente entre les acteurs qui pourront voir dans ces *prescriptions* une manière d'avancer le projet et non une façon de contraindre l'autre par ses propres choix.

#### Acception architecturologique :

Nous distinguons trois types d'opérations de *prise de décision* : la *prise de décision spontanée*, la *prise de décision argumentée* et la *prescription*.

- **La *prise de décision spontanée*** : marque l'arrêt d'un choix personnel, pris relativement à des contraintes isolées, sans justification clairement définies, mais qui s'insère néanmoins dans le cadre d'un processus de négociation ;

- **La *prise de décision argumentée*** : marque l'arrêt d'un choix justifié et clairement défini qui s'insère dans le cadre d'un processus de négociation ;

- **La *prescription*** : marque l'arrêt d'un choix et la fin d'un processus de négociation et d'argumentation (il n'y a plus de négociation possible après une prescription).

L'exemple suivant illustre bien ces différentes formes que peut prendre l'opération pragmatique de *prise de décision* (cf. EXP 3, Annexe 12).

**EXP : 3** / en laboratoire ; 12/07/10

**Projet** : école rurale

**Situation** : Insertion du projet dans le site

C1- ... *Je mettrais les bureaux là... et bibliothèque je la mets en bleu ici... et la salle...plutôt dans cet endroit là... Qu'est-ce que tu en penses ? Parce que moi je pense qu'ici il y a une vue ici... importante pour la bibliothèque... Et là aussi, le réfectoire... Qu'est ce que tu en penses là ?*

C2- *Oui c'est bon... Mais il faut respecter la limite, un recul de*

*sept mètres, c'est ce qui est écrit sur le programme...*

Prise de décision argumentée

C1- *Tu as raison...*

C2- *Oui... Après comment tu mets les salles de cour... tu vas mettre comme ça ? Avec une circulation ?*

C1- *J'aimerais bien privilégier le soleil ...*

C2- *Non, non, non... l'orientation doit être Est/Ouest...*

Prise de décision spontanée

C1- *... je réfléchis sur la circulation logistique. Tu as déjà trois mètres. Tu dois créer une pente pour accueillir les camions Si tu as une cour de logistique qui arrive ici c'est pas mal sauf qu'ici tu auras une pente pour l'accès de...*

C2- *Oui on créé une pente ici. Cela veut dire qu'ici il y a circulation logistique, moi je fais une pente... tant pis si on fait, on fait...*

Prescription

Toutes ces formes de *prise de décision* marquent l'arrêt d'un choix qui pourrait servir pour observer l'évolution du projet architectural et ainsi tendre vers un historique cohérent listant les principales décisions prises par le groupe au cours du processus de conception collaborative. Cet historique pourrait être utile surtout lorsque les acteurs se retrouvent dans des situations où ils sont géographiquement séparés pour la conception d'un projet architectural.

### ✓ Evaluation

#### Définition et état des connaissances:

« Donner son point de vue sur les propositions des autres lors de la conception. »

Selon Allal et Michel (1993), l'implication des acteurs dans le processus d'évaluation peut se réaliser selon trois modalités : *l'auto-évaluation*, *l'évaluation mutuelle* et *la co-évaluation*.

- *l'auto-évaluation* au sens strict correspond à une évaluation de sa propre production et/ou ses procédures de réalisation ;
- *l'évaluation mutuelle* consiste en une évaluation des productions et/ou de leurs procédures en se servant éventuellement d'un référentiel externe ;
- *la co-évaluation* : l'acteur confronte son autoévaluation (de sa production et/ou de ses procédures) à l'évaluation réalisée par son collaborateur.

Toutes ces modalités d'*évaluation* n'impliquent pas nécessairement leur prise en compte totale et absolue par les concepteurs lors du développement du projet. Celles-ci sont considérées relativement aux pertinences des concepteurs, nourrissant la réflexion de chacun sur leur production commune. Le concepteur régule ainsi ses réflexions et ses choix relativement au point de vue de son collaborateur. Ce processus d'autorégulation, stimulé par les évaluations de l'un et de l'autre, participe à la *construction d'un référentiel opératif commun* nécessaire à la conception du projet.

L'évaluation peut répondre à deux sortes de *raisonnements* : un *raisonnement synthétique* et un *raisonnement analytique* (Kant, 1987) :

- Un *raisonnement synthétique* : lié à un jugement dont l'information est contenue dans le sujet. Il est construit *a priori* et n'est pas le résultat d'une recherche ou d'une analyse;
- Un *raisonnement analytique* : lié à un jugement dont l'information demande à être vérifiée. Contrairement au raisonnement synthétique, il est construit *a posteriori*.

#### Acception architecturologique :

Les *opérations pragmatiques d'évaluation spécifiques à la collaboration* sont des opérations cognitives par lesquelles on peut donner son point de vue en évaluant ce qui a été dessiné ou dit. Dans le cadre de la collaboration entre architectes (telle qu'observée dans les expérimentations), l'*évaluation* peut être *mutuelle* quand le rôle de chacun n'est pas préalablement défini. L'un propose, l'autre évalue et vice-versa tout au long du processus. Un jeu verbal peut se développer à partir de l'*évaluation mutuelle (et/ou de l'évaluation comparative)* des idées de l'un et de l'autre. Dans le cadre d'autres collaborations, (telles qu'observées dans l'expérimentation *in situ*), l'*évaluation* peut être commune et partagée (par exemple : lorsque les concepteurs reviennent sur une proposition réalisée ensemble lors d'une réunion précédente, ils l'évaluent ensemble pour proposer de nouvelles mesures au projet). Nous parlons ici de *co-évaluation*.

L'opération d'évaluation consiste alors à donner de la valeur et à hiérarchiser les propositions, différemment de l'opération pragmatique d'interprétation où il s'agit de comprendre les propositions des uns et des autres.

Par ailleurs, si, des fois, le rôle de chacun se fige (un évaluateur vs un évalué), la situation n'est plus considérée comme étant collaborative mais devient collective, comme ça peut être le cas dans certaines réunions entre un dessinateur et son chef de projet, ou un architecte et un prestataire.

A partir de nos analyses et de nos connaissances, nous distinguons trois types d'*évaluation* : l'*auto-évaluation*, l'*évaluation mutuelle* et l'*évaluation comparative*.

- ***l'auto-évaluation*** : le concepteur évalue ses propositions et/ou les procédures de réalisation de celles-ci, en se servant éventuellement d'un référentiel externe (tel que consignes, procédures réglementaires, liste de critères, *etc.*), ou en se centrant sur des critères internes relatifs à des pertinences qui lui sont propres ;
- ***l'évaluation mutuelle*** : les concepteurs évaluent leurs propositions et/ou leurs procédures respectives ou conjointes, en se servant éventuellement d'un référentiel externe. L'opération *d'évaluation mutuelle*, observée ici, passe par la parole et motive le travail de collaboration. Elle n'est pas partagée car l'un propose et l'autre évalue et vice-versa. Cette opération procède évidemment d'une *opération d'interprétation* à l'issue de laquelle le collaborateur réagit à la proposition de l'autre.
- ***l'évaluation comparative*** : chacun des concepteurs confronte ses propositions et/ou ses procédures en s'appuyant sur les jugements de son collaborateur et/ou sur des éléments de la représentation plus que sur les échanges avec son collaborateur.

Ces évaluations, échangées lors de la conception, participent au processus *d'autorégulation* qui aide à la construction d'un consensus (*cf.* EXP 1, Annexe 12). Elles se déclinent à partir d'un *raisonnement synthétique* et d'un *raisonnement analytique* :

- Un *raisonnement synthétique* : faisant appel à la dimension intuitive sans justification expliquant le point de vue du concepteur, nous parlerons alors ici d'une ***simple évaluation*** (Exemple : « j'aime bien... je ne suis pas d'accord ... non ce n'est pas bon, on fera plutôt ça ... ») ;
- Un *raisonnement analytique* : mobilisant des critères par lesquels le concepteur justifie son point de vue, nous parlerons alors ici d'une ***évaluation argumentée*** (Exemple : « j'aime bien, parce que ... je ne suis pas d'accord car au lieu de faire ça qui ... on fera plutôt ça ... »).

#### ✓ **Construction de règles de travail en groupe**

##### *Définition et état des connaissances:*

« *Enoncer des règles pour gérer le travail à plusieurs: une manière pour coordonner le groupe.* »

La place que prennent les règles dans l'organisation du travail à plusieurs est un sujet qui a beaucoup été traité en sociologie, et plus particulièrement dans différentes analyses stratégiques (Melden, 1961 ; Crozier *et al.*, 1977 ; Neuberg, 1990 ; Nozick, 1991 ; Chisholm, 1997). Crozier et Friedberg (1977), par exemple, interrogent l'importance de structurer les collectifs, de les ordonner et de les hiérarchiser selon des règles prédéfinies collectivement pour assurer la coopération nécessaire à la réalisation d'un objectif commun (Crozier *et al.*, 1977).

Selon Sire (2000), ces règles ainsi construites sont reliées à des mécanismes individuels de coordination du groupe. Celles-ci prennent la forme de procédures, conventions, objets de coordination et /ou normes sociales. Dans chaque règle imposée existe, néanmoins, une liberté qui se traduit par : « *un choix à travers lequel l'acteur se saisit des opportunités qui s'offrent à lui dans le cadre des contraintes qui sont les siennes.* » (Crozier *et al.*, 1977, p. 91). Crozier et Friedberg insistent par ailleurs sur la possibilité d'un acteur de détourner la règle par un jeu de négociations participant à la construction d'un consensus commun entre l'ensemble des collaborateurs : « *les acteurs disposent toujours d'une marge de manœuvre qu'ils utilisent pour interpréter, manipuler et biaiser les prescriptions qu'elle contient.* » (Crozier, Friedberg, 1977, p. 147).

Cette idée est aussi reprise par Thuderoz (2000) qui parle de *recours à la négociation* et Hatchuel (1996) qui, dans son article « *Coopération et conception collective* », pense que l'acteur évoluerait dans un environnement où liberté et contrainte modèlent *simultanément* ses actions et ses choix.

Neuberg (1990) souligne aussi les possibilités existantes dans la notion de « *règles* » par lesquelles l'acteur va pouvoir construire et nourrir ses décisions et ses pertinences. Celles-ci seraient mises en place collaborativement par un jeu de consensus entre l'ensemble des acteurs. Ce jeu de consensus autour d'un projet commun prend une place importante dans la *normalisation* (*construction de règles de travail*) au sein d'une collaboration.

#### Acception architecturologique :

L'opération de *construction de règles de travail* relative à la collaboration est, selon nous, une *opération pragmatique* par laquelle les concepteurs établissent des règles de mise au point et d'une entente mutuelle. Cette opération est explicite et partagée car elle est issue de la construction d'un *consensus commun* qui participe à l'organisation et structuration du collectif. Cette opération assure la coordination du groupe et tend vers la construction d'une *conscience mutuelle* du groupe, de la situation et des tâches à réaliser par chacun des acteurs. Les règles ne sont donc pas figées et évoluent selon les besoins du projet et de ses acteurs dans le cadre d'un processus dynamique. Cette opération structure les collectifs, les ordonne et les

hiérarchise selon des règles prédéfinies collectivement pour assurer la structuration et la planification nécessaires à la réalisation d'un objectif commun. Cette *opération pragmatique de construction de règles de travail* opère de concert avec *l'opération pragmatique de découpage du travail en groupe* qui tend aussi à la structuration et à l'organisation des tâches de chacun au sein du groupe et pour la conception du projet architectural.

#### ✓ **Découpage du travail en groupe**

##### Définition et état des connaissances:

« *Découper, structurer, planifier des réunions et/ou les tâches de chacun selon leurs compétences, leurs connaissances leurs hiérarchies et/ou leurs expériences* ».

Selon, Rabardel, Rogalski et Béguin (1996), la *structuration* (ou le *découpage*) implique des choix d'organisation qui ordonnent les activités de conception, et qui visent « *la cohérence des activités individuelles engagées dans un but commun, et à l'intégration des productions individuelles quand il s'agit de conception* » (Rabardel et al., 1996, p. 298).

Lorsqu'il s'agit de définir les rôles des différents collaborateurs dans un travail commun, la notion de *compétence* prend une place importante dans le choix des tâches au sein du processus. Celle-ci est souvent rattachée à un ensemble prédéfini de connaissances, de savoir et de savoir-faire pouvant être exploités par un acteur pour réaliser sa tâche (Amalberti et al., 1991). Reynaud (2001) ajoute par ailleurs que « *dans l'idée de compétence, il y a une idée supplémentaire par rapport à celle de qualification. C'est l'idée de responsabilité du salarié à l'égard du résultat* » (Reynaud, 2001, p. 10). Cette idée induit l'implication de l'acteur dans la tâche confiée.

Le concept de *compétence* fait appel à celui de « *gestion et de coordination* » d'une situation de travail dans laquelle l'acteur effectue sa tâche et la gère de manière à respecter et à tenir compte de la tâche de l'autre.

Savoyant et Leplat (1983) soulignent que, dans une activité à plusieurs, les communications sont caractérisées « *comme remplissant la fonction de coordination inter-individuelle rendue nécessaire par la répartition entre plusieurs opérateurs des actions et opérations permettant l'atteinte d'un but commun* » (Savoyant et al., 1983, p. 251). Ainsi, la communication est importante dans la répartition et la coordination des tâches pour assurer leur cohérence relative à un objectif commun.

De son côté, Barley (1986) essayant de comprendre les différences notées dans les évolutions des interactions entre les acteurs, constate des moments d'interactions récurrentes, appelés « *scripts d'interactions* », pendant lesquels

les acteurs redéfinissent leurs rôles et leurs objectifs ensemble (Guiderdoni-Jourdain, 2009)

Pour résumer, la *structuration (découpage)* des réunions et/ou des tâches de chacun des concepteurs est définie par leurs compétences, leurs connaissances, leurs expériences et/ou les besoins du projet. Tous ces paramètres ne sont pas appréhendés de manière isolée. C'est dans leur interaction que la *structuration* prend une forme dynamique qui évolue et change tout au long du processus.

#### Acception architecturologique :

C'est une *opération pragmatique* par laquelle les concepteurs découpent, structurent et planifient les réunions et/ou les tâches de chacun selon leurs compétences, leurs connaissances, leurs hiérarchies et/ou leurs expériences relativement aux besoins du projet. Ce *découpage* peut résulter d'un consensus (*opération pragmatique de normalisation*) ou d'une prescription (*opération pragmatique de prise de décision*). C'est donc une opération dynamique qui est souvent rattachée à un ensemble prédéfini de connaissances, de savoir et de savoir-faire qui ne sont pas appréhendés de manière isolée. L'objet de cette opération de *découpage* est la gestion et la coordination *inter-individuelle* d'une situation de travail dans laquelle le concepteur effectue sa tâche de manière à respecter et à tenir compte de la tâche de l'autre.

Par exemple, pour réfléchir séparément sur l'aménagement du site et son organisation (Cf. EXP 4, Annexe 12), chacun des concepteurs décide de faire une proposition qu'il expose par la suite à son collaborateur pour mettre en commun ses idées. Pour ce faire, un *découpage* relatif aux tâches de chacun est réalisé selon leurs compétences et des pertinences qui leur sont propres. L'un va choisir de faire une coupe (« ... je préfère faire une coupe c'est plus facile... ») pendant que l'autre fait un croquis (« ... Bon d'accord ... Alors, moi je vais faire un beau croquis... Je vais faire ça bien, tu vas voir... »).

#### ✓ **Référenciation à un travail en groupe**

##### Définition et état des connaissances:

« *Se référer à un autre groupe de travail pour proposer une manière de travailler ensemble* ».

Tout au long du processus, les concepteurs font appel à des références diverses pour pouvoir répondre : 1/ aux besoins du projet (*référenciation* correspondant à une *opération élémentaire de conception*) 2/ aux besoins du groupe (*référenciation* correspondant à une *opération pragmatique de collaboration*) et 3/ aux besoins relatifs à l'outil (*référenciation* correspondant à une *opération pragmatique d'usage de l'outil*).

Les différents concepteurs se réfèrent ainsi à des connaissances externes au contexte du projet, à des connaissances internes, ainsi qu'à un ensemble de choix. Visser (1999) utilise la notion de « *réutilisation de connaissances* », se construisant dans le cadre d'un « *savoir circonstanciel* », c'est-à-dire dans le contexte particulier du projet. Dans le cas des connaissances générales, l'auteur parle d'*évocation de schémas* et dans le cas de « *réutilisation de connaissance* », elle parle plutôt de *mécanismes d'analogie*, par lesquels les choix des concepteurs se rapprochent des choix des autres ou de choix antérieurs construits et traités par les uns et/ou les autres.

Conan (1990) évoque lui aussi cette notion de *mécanisme d'analogie* qui permet selon lui : « *un recodage et une restructuration des représentations que l'on a du problème, et présente en outre l'avantage de suggérer une démarche familière qui permet d'approcher ce qui paraissait totalement étranger au premier abord en faisant apparaître sur de nouveaux objets des aspects inattendus du terme familier de l'analogie.* » (Conan, 1990, p. 19).

Fernandez (2002) affirme que le *raisonnement par analogie* ne correspond pas simplement à un transfert de connaissances, mais « *un processus de génération et de test d'hypothèses dont la construction peut être fondée sur plusieurs domaines de connaissances* » (Borillo et al., 2002, p. 102).

#### Acception architecturologique :

L'*opération pragmatique de référencement relative à la collaboration* est une *opération cognitive* par laquelle chaque concepteur ou groupe de concepteurs se réfère à des connaissances externes au contexte du projet pour proposer une méthode de travail à plusieurs :

- se référer à un autre groupe de travail,
- se référer à une réunion précédente entre les concepteurs.

Cette opération s'appuie principalement sur des *mécanismes d'analogie* (Visser, 1992) issus d'*interprétations* par lesquelles les concepteurs se rapprochent de situations de travail antérieures, construites et définies par les concepteurs. Cette opération pragmatique de *référenciation* se manifeste par : 1/ des mises en correspondance entre ces connaissances et expériences externes, et/ou 2/ des projections permettant de transférer des stratégies de travail à plusieurs et/ou 3/ des adaptations à des organisations de groupe provenant d'un autre contexte.

L'objectif de cette *opération de collaboration* est de se construire un *cadre de travail commun* à partir de mécanismes d'analogie et d'une transposition des connaissances d'une situation à une autre (cf. Chap. 1).

Ces mécanismes sont possibles lorsque la situation est connue mais restent peu utilisés par les concepteurs car ils traduisent notamment une tendance à ramener toute situation particulière (ou groupe de situations) à une autre

situation difficilement transposable et applicable avec des schémas et des procédures préconstruits (Ochanine, 1978).

Ces mécanismes ne correspondent donc pas seulement à un transfert ou à une réutilisation directe des connaissances mais aussi à l'interaction d'un ensemble de références fondées à partir de différents domaines de connaissance.

Par exemple, pour réfléchir sur la manière de travailler ensemble et à distance *via* le SDC sur la conception d'un nouveau projet qui leur a été donné (Cf. EXP 4, Annexe 12), les concepteurs se réfèrent à une autre situation dans laquelle ils utilisaient le SDC, ensemble et en présence. Cette opération de *référenciation* est accompagnée d'une *opération de collaboration d'évaluation* par laquelle les concepteurs comparent deux situations distinctes utilisant le SDC : « en présence » et « à distance » («... *On est beaucoup plus efficace maintenant que l'on peut dessiner à deux et chacun sur sa table ...* »).

#### 5.2.2.4 / Les opérations pragmatiques d'usage de l'outil

De même que pour les opérations pragmatiques de collaboration, nous présentons les définitions générales données à chacune de ces opérations. Puis, à partir de nos lectures théoriques, nous en construisons notre propre acception architecturologique.

##### ✓ Appropriation de l'outil

###### Définition et état des connaissances:

« *S'approprier l'outil en interprétant son fonctionnement et son mode d'utilisation pour la modélisation de l'espace architectural et/ou sa simulation et/ou sa communication* ».

Marx (1974) introduit le terme d'appropriation en tant que concept par lequel l'individu s'approprié la nature et son environnement par sa perception puis par sa transformation, devenant en quelque sorte, une partie de lui-même. D'autres structurationnistes, comme Ollman (1971) ou DeSanctis et Poole (1994), définissent l'*appropriation* comme « *les actions immédiates, visibles, qui mettent en évidence des processus de structuration plus profonds* » (DeSanctis *et al.*, 1994, p. 128). Ces *actions* peuvent se manifester par l'utilisation directe de la technologie ou le rapport que l'utilisateur entretient avec l'outil. Cette appropriation est identifiée par ces auteurs selon quatre critères qui influencent les interactions de l'acteur avec l'outil et de l'acteur avec les autres acteurs (Guiderdoni-Jourdain, 2009) : « *Appropriation moves* »,

« *faithful or unfaithful appropriations* », la *hiérarchisation des fonctions* et les *attitudes* des utilisateurs *face à la technologie*.

- « *Appropriation moves* » : appropriation relative à la manière par laquelle l'acteur choisit d'utiliser l'outil (utiliser directement les fonctions proposées par l'outil ; ou les rattacher à d'autres fonctions issues d'autres outils)

- « *Faithful or unfaithful appropriations* » : appropriation relative au degré de conformité d'interprétation des fonctions proposées par l'outil. Ce critère présente le décalage entre la manière dont l'outil a été pensé lors de sa création et la manière par laquelle il est approprié et interprété par ses utilisateurs. Ce dépassement de limite relatif à « *l'esprit d'une technologie* », concept choisi par DeSanctis et Poole (1994) pour décrire la logique avec laquelle ont été réfléchies et créées les fonctionnalités de l'outil, ne signifie pas forcément une mauvaise *appropriation* mais simplement une autre forme d'*interprétation* que nous qualifions ici de *détournement* (celui-ci pouvant être considéré comme le degré zéro de conformité au fonctionnement de l'outil).

- *Hiérarchisation des fonctions* : appropriation relative à l'utilité et à la signification assignées par les utilisateurs à chaque fonction proposée dans l'outil. Ce critère permet, selon DeSanctis et Poole (1994), d'identifier des pertinences de choix d'utilisateur, relativement à son activité et sa compréhension même de l'outil.

- *Attitudes face à la technologie* : appropriation relative au comportement de l'utilisateur face à l'outil (exemple : la confiance, la volonté d'accepter ou de rejeter l'outil, *etc.*).

Ces quatre critères d'appropriation d'outil dépendent, selon DeSanctis et Poole (1994), des interactions entre les différents collaborateurs, du degré de connaissance et d'expérience de l'outil ainsi que du degré d'acceptation et de consentement de ses fonctionnalités par les utilisateurs.

Orlikowski (1999) parle de l'inventivité dont peuvent faire preuve les utilisateurs lors de l'usage de l'outil. Il précise que la manière avec laquelle les utilisateurs comprennent l'outil et ses fonctionnalités influence leur manière de l'utiliser et de se l'approprier.

En effet, Orlikowski s'intéresse, plus spécifiquement à la manière avec laquelle l'utilisateur s'approprie l'outil en créant de nouvelles fonctions issues de son inventivité plutôt que la manière avec laquelle il utilise simplement les fonctions prédéterminées et préalablement définies par les concepteurs de l'outil.

Acception architecturologique :

Ces *opérations pragmatiques d'appropriation* sont des opérations cognitives par lesquelles le(s) concepteur(s) interprète(nt) et s'approprie(nt) l'outil, son interface et ses fonctionnalités pour répondre aux besoins du projet (la modélisation d'une pensée cognitive, la simulation de l'objet en train d'être conçu et/ou la communication de ses choix à l'autre). Ces opérations sont relatives à l'usage de l'outil et peuvent avoir (directement ou indirectement) des influences sur la collaboration entre les acteurs et sur la conception même du projet architectural.

Suivant Guiderdoni-Jourdain (2009), l'*opération pragmatique d'appropriation de l'outil* dépend de différents paramètres relatifs à son usage et le rapport que l'usager entretient avec lui. Ces paramètres sont le *degré d'appropriation de l'outil relativement aux besoins du projet*, le *degré de conformité et/ou de détournement de l'outil*, le *choix des fonctions de l'outil relatif aux besoins des concepteurs* et les *interactions de ces concepteurs avec l'outil* :

- le *degré d'appropriation de l'outil relativement aux besoins du projet* renvoie aux choix d'utilisation de l'outil, par exemple en utilisant directement les fonctions proposées par l'outil ; ou en les rattachant à d'autres fonctions issues d'autres outils (Cf. EXP 6, Annexe 12).

- le *degré de conformité et/ou de détournement de l'outil* renvoie à la manière avec laquelle l'utilisateur s'approprie l'outil :

- en se conformant à l'usage originel de l'outil (tel qu'il a été pensé lors de sa création) ;
- en créant de nouvelles fonctions (issues de ses interprétations et de son inventivité).

Par exemple, le concepteur peut détourner les fonctionnalités de l'outil (dessiner sur une table graphique à main levée via un stylo) pour ne pas avoir à redessiner le contexte Cf. EXP 6, Annexe 12).

- le *choix des fonctions* est relatif à l'utilité et à la signification assignée par les utilisateurs aux fonctions proposées par l'outil.

Par exemple, nous avons observé dans plusieurs expérimentations que les concepteurs n'utilisent pas certaines fonctions offertes par l'outil telles que : dissocier un calque d'un fond de plan ou gérer les opacités des calques ou réaliser une opération de « Zoom » couplée à une opération de « Rotation ». D'autres fonctions sont systématiquement utilisées par tous les participants : le choix de couleurs et d'épaisseurs du stylo, la gomme, la création de calque, le « Zoom », le « Déplacement », la « Rotation », l'activation de calque et/ou la réorganisation de calque grâce à un système de « glissement », etc.

- les *interactions avec l'outil* sont relatives au comportement de l'utilisateur face à l'outil et dépendent du degré d'acceptation et/ou de consentement pour l'appropriation de l'outil et de ses fonctionnalités (par exemple : la confiance, la volonté d'accepter ou de rejeter l'outil, *etc.*). Dans l'expérimentation *in situ* entre ingénieur et architecte, les collaborateurs n'interagissent pas de la même manière avec l'outil. Cette interaction change au cours du processus. L'ingénieur, se sentant moins à l'aise à manipuler cette nouvelle technologie, préfère parler pour donner son avis et exposer son point de vue du projet. Ainsi, il n'a pas à utiliser et à manipuler les calques créés *via* l'outil. L'architecte, quant à lui, est habitué à utiliser des outils numériques et à gérer des calques dans son activité. Il n'a eu aucun mal à s'approprier l'outil et à le manipuler. Rapidement, il prend en main l'outil en gérant, nommant, manipulant, déplaçant, zoomant, *etc.* les calques.

Ces exemples illustrent la relation complexe qui lie les fonctionnalités de l'outil aux *appropriations* des utilisateurs. Ces *appropriations* peuvent par ailleurs influencer, du moins indirectement, sur la manière de :

- 1- collaborer à deux (sur les *opérations pragmatiques de collaboration*),
- 2- penser le projet architectural (sur les *opérations élémentaires de conception*).

Par exemple, dans l'expérimentation (Cf. EXP 2, Annexe 12), les concepteurs n'étant pas habitués à utiliser le SDC, s'approprient à leur manière et tout au long du processus, les fonctionnalités offertes par l'outil. Ils commencent d'abord à définir des règles de travail à deux qui se *réfèrent* à leurs habitudes d'agence (*opération pragmatique de référencement* et *opération pragmatique d'établissement de règles relatives à la collaboration*) :

« ... Est-ce qu'on prépare chacun un calque avec nos noms, pour ce qu'on veut noter? »

L'outil ne donne pas la possibilité de tracer simultanément sur deux calques séparés comme dans le cas d'une réunion *en présence*. Les collaborateurs *s'approprient* alors l'outil en représentant, chacun de son côté, le programme : l'un trace sur le plan les contraintes imposées par le site. L'autre écrit au coin les éléments du programme qui lui paraissent pertinentes à soulever et à traiter.

A la fin de la réunion, les deux concepteurs construisent, ensemble, une même axonométrie sur laquelle l'un dessine le gabarit général du projet et la trame qui le compose pendant que l'autre colorie en bleu les espaces vides par lesquels la lumière pénètre dans le bâtiment. Ici, nous parlons de la mise en jeu d'un *découpage commun* (*opération élémentaire collaborative*

*commune*, cf. p. 167) rendu possible grâce à la fonction de synchronie offerte par l'outil SDC.

L'*opération pragmatique d'appropriation* du SDC induit donc (par relais et/ou en cascade) :

- le partage d'*opérations élémentaires de conception* par les collaborateurs ;
- le changement de certaines de leurs habitudes (faire, chacun de son côté, une esquisse du projet puis la partager avec son collaborateur) en *établissant de nouvelles règles de travail en groupe*. Ces règles leur permettent de donner collaborativement les mêmes mesures à l'espace architectural et de réaliser simultanément une même esquisse à deux mains, à partir d'une *opération élémentaire de découpage collaborative et commune*.

En combinant des modalités d'expression différentes (dessin, parole et gestes), le SDC permet d'outiller l'interprétation verbale d'une représentation graphique et l'interprétation graphique d'une représentation orale. Il offre par ailleurs la possibilité :

- d'oublier la distance (les collaborateurs conversent comme s'ils étaient en présence autour d'un même document de travail) ;
- de travailler individuellement (chaque concepteur, étant séparé spatialement de son collaborateur, peut profiter de son espace de travail personnel pour penser sa propre esquisse) ;
- d'esquisser simultanément à deux mains et de conférer collaborativement de nouvelles mesures à un même espace architectural.

Ces possibilités dépendent de la manière avec laquelle les concepteurs s'approprient l'outil. L'*opération pragmatique d'appropriation* est donc *co-évolutive* relativement aux besoins des utilisateurs et aux quatre paramètres d'appropriation de l'outil, présentés ci-dessus (cf. p. 308).

### ✓ **Evaluation d'usage de l'outil**

#### Définition et état des connaissances:

« Donner son point de vue sur le choix de l'outil et/ou son mode de fonctionnement »

En s'appuyant sur Allal et Michel (1993), deux types d'évaluation d'outil peuvent être possibles :

- *l'évaluation simple* : le concepteur évalue seul l'outil relativement à ses propres usages expérience, ses références et sa manière de s'approprier l'outil ;

- *la co-évaluation* : construite par les échanges et les expériences partagées par les concepteurs quant à l'usage de l'outil.

Acception architecturologique :

Les opérations *d'évaluation simple* et *de co-évaluation* ont participé à la manière avec laquelle les concepteurs se sont appropriés l'outil. Lors de la *co-évaluation* par exemple, les concepteurs confrontent leurs expériences et leurs références quant à l'usage de l'outil, participant ainsi à une *appropriation croisée* du système et de son utilisabilité (« Voyons voir *ce que cela fait en même temps* ... *C'est pas mal hein ?* »). Lors d'évaluations simples, les concepteurs font simplement des commentaires relatifs à l'outil, sans chercher à construire avec l'autre une compréhension partagée de son usage et de la manière avec laquelle se l'approprier (« *Ha, je ne vois pas bien ... C'est carrément bien ... c'est excellent ... cette ombre portée de ma main sur la table me dérange, etc.* ») (Cf. EXP 5, Annexe 12).

✓ **Construction de règles d'usage de l'outil**

Définition et état des connaissances:

« *Enoncer des règles pour gérer l'utilisation de l'outil: une manière de se réapproprier l'outil* ».

Chaque outil a un niveau de sophistication et de clarté différent qui est relatif aux restrictions et aux possibilités qu'il offre, ainsi qu'à ses règles d'utilisation et d'appropriation. DeSanctis et Poole (1994) parlent d'« *esprit de la technologie* » qui correspond selon eux à « *la ligne officielle que la technologie offre aux individus concernant la façon d'utiliser le système, la façon d'en interpréter les caractéristiques et la façon de combler les écarts non explicitement spécifiés dans les procédures* » (DeSanctis et al., 1994, p. 126).

Ces auteurs font, par ailleurs, une distinction claire entre la logique de l'outil définie par son constructeur (correspondant à « l'esprit de la technologie ») et la logique d'appropriation de cet outil mise en place par son utilisateur. DeSanctis et Poole affirment qu'une interaction existe entre les outils qui interfèrent dans le travail à plusieurs et l'ensemble des acteurs qui construisent également leur propre règle de travail pour utiliser l'outil. Ces utilisateurs exercent, *via* l'outil, « *un contrôle sur l'usage des structures de la technologie<sup>71</sup> et sur l'émergence de nouvelles structures* » (DeSanctis et al., 1994, p. 131).

<sup>71</sup> Les structures dont parlent ici DeSanctis et Poole sont tous les éléments et paramètres qui caractérisent l'outil et ses usages tels qu'imaginer par ses constructeurs, et donc qui correspondent à ce que les auteurs appellent « *esprit de la technologie* ».

Ainsi, la *construction de règles d'usage de l'outil* (ou la *normalisation*) émergerait de ces interactions qui évolueraient par rapport à son utilisation et à son appropriation par les acteurs. Ces interactions participeraient, selon Orlikowski (1999), dans les changements et les prises de décisions relatives à l'objet en cours de conception et se solderaient par l'émergence de nouvelles organisations de travail qui seront elles-mêmes remises en cause selon les outils utilisés à cet effet. Orlikowski évoque les changements éventuels qui peuvent être produits sur l'outil par l'action de son utilisateur. Il démontre comment un même outil serait utilisé et approprié différemment selon le concepteur ou le groupe de concepteurs.

*Acception architecturologique :*

Tout comme l'opération *de normalisation relative à la collaboration*, cette *opération pragmatique* est l'opération cognitive par laquelle un/ou des concepteurs établissent des règles, ici pour l'utilisation de l'outil. Elle est explicite mais n'est pas systématiquement partagée par les concepteurs. Elle dépend principalement de l'*interprétation pragmatique* qu'en fait le concepteur et donc de l'appropriation de l'outil. L'opération de *construction de règles d'usage* permet de structurer et d'organiser l'outil selon des pertinences qui lui sont propres ou des pertinences qui peuvent être aussi partagées par les autres collaborateurs. Cette opération marque une distinction claire entre la logique de l'outil définie par son constructeur et celle de l'*appropriation* même de cet outil par son utilisateur. C'est dans ce décalage qu'émergent de nouvelles organisations (de travail et d'usage de l'outil) qui seront elles-mêmes remises en cause selon les besoins des concepteurs et du projet architectural à concevoir. Ainsi, cette *opération pragmatique de construction de règles d'usage de l'outil* dépend directement de l'*opération pragmatique d'appropriation de l'outil*.

Ce constat procède de nos analyses des différences d'usage et d'appropriation de l'outil constatées lors de chaque expérimentation. Le même outil SDC est utilisé et approprié différemment selon qu'il est utilisé par tel ou tel concepteur ou par tel ou tel binôme de concepteurs. Par exemple, pour orienter le projet dans le site (Cf. EXP 4, Annexe 12), un des deux concepteurs a eu le besoin de créer un nouveau calque. Il change alors de calque sans pour autant prévenir son collaborateur. C'est là que les deux concepteurs ont compris qu'ils ne pouvaient pas dessiner simultanément sur deux calques en même temps. Ils ont donc décidé d'utiliser l'outil à tour de rôle (« Ah, d'accord.... On ne peut pas avoir deux calques en même temps .... Alors vas-y, fais-toi plaisir pendant une demi-heure et après je prends la relève... ») et ont pris deux couleurs différentes pour bien marquer les dessins produits par l'un et l'autre des concepteurs.

Suite à cela, ils se sont fixés comme règle, après l'accord des deux, de toujours se prévenir avant toute modification concernant les calques et leur

utilisation. Cette opération pragmatique *de construction de règles d'usage de l'outil* induit par la suite une nouvelle opération de *construction de règles de travail à deux*.

Cette *opération pragmatique de construction de règles d'usage de l'outil* opère aussi de concert avec *l'opération pragmatique de découpage de l'outil* qui tend aussi à la structuration et à l'organisation des tâches de chacun, relativement à la manière même d'utiliser et de s'approprier l'outil.

### ✓ **Découpage de l'usage de l'outil**

#### Définition et état des connaissances:

« *Découper, structurer, planifier les tâches de chacun selon leurs connaissances et/ou leurs expériences de l'outil* »

Barley (1986) expose l'importance du contexte dans l'usage et l'appropriation même de l'outil. Selon lui, les outils aident à déclencher « *une dynamique sociale* » qui participe à modifier et/ou à préserver l'organisation du groupe. Dans ses analyses, Barley parle de la notion de *structuration* pour expliquer les liens entre technologie et organisation.

Orlikowski et Robey (1991) s'intéressent à la modélisation des différentes interactions entre l'individu, l'outil et l'organisation même du travail en groupe. Ces interactions seraient, selon eux, influencées par différents paramètres dont les fonctionnalités de l'outil, les relations entre les acteurs ainsi que leurs expériences et motivations. Ainsi, les utilisateurs transformeraient, découperaient et planifieraient l'outil selon leurs besoins.

D'autres recherches se sont focalisées sur cette notion de *structuration* de l'outil par les utilisateurs. DeSanctis et Poole (1994) expliquent que : « *Les développeurs et les utilisateurs de technologies avancées de l'information ont grand espoir dans leur potentiel à changer les organisations pour le mieux, mais souvent les changements concrets ne se produisent pas ou se produisent de façon contradictoire* » (DeSanctis et al., 1994, p. 121). Ainsi, ils dissocient les effets possibles de l'outil des réels modes d'usage et d'appropriation de celui-ci entre un acteur et un autre. DeSanctis et Poole précisent par ailleurs que les utilisateurs structurent l'outil ou le combinent avec d'autres afin d'organiser le travail à plusieurs : « *les structures enchâssées dans une technologie peuvent être utilisées directement mais dans la majeure partie des cas, elles sont appelées à être combinées avec d'autres* » (DeSanctis et al., 1994, p. 128).

En résumé, nous pouvons dire que l'outil pourrait être *structuré* par les utilisateurs non seulement à partir de ses propres caractéristiques techniques,

mais aussi par les interactions complexes qui reliaient outil, organisation du travail et objet architectural.

Acception architecturologique :

C'est une *opération pragmatique* par laquelle les concepteurs découpent, structurent et planifient les tâches de chacun selon leurs connaissances et/ou leurs expériences de l'outil. Cette opération participe à la **construction d'une dynamique sociale**, qui dépend :

- 1/ des modes d'usage et d'appropriation de l'outil par les différents concepteurs (*opération pragmatique d'interprétation d'usage de l'outil*) ;
- 2/ des motivations des concepteurs à utiliser cet outil relativement aux besoins mêmes du projet ;
- 3/ des effets possibles que pourrait avoir l'outil sur l'organisation même du travail collectif (*opération pragmatique de construction de règles de travail relatives à l'usage de l'outil*).

Ce découpage *structuré* par les concepteurs n'est pas figé, il évolue dans l'interaction complexe qui relie outil, organisation du travail et objet architectural. L'exemple cité ci-dessus, illustre la mise en œuvre de cette opération pragmatique de *découpage de l'usage de l'outil* (cf. *opération pragmatique de construction de règles de l'usage de l'outil*, EXP 4, Annexe 12). Cet exemple illustre aussi les relations complexes qui participent à l'interaction de toutes ces opérations pragmatiques issues de la situation de la conception architecturale collaborative distante.

✓ **Référenciation à l'usage d'un autre outil**

Définition et état des connaissances:

« *Se référer à un outil ou certaines propriétés de l'outil pour son utilisation.* »

Tout comme la *référenciation à un groupe de travail*, cette *opération pragmatique de référenciation à l'usage d'un autre outil* fait appel à des mécanismes d'analogie et se réfère à des connaissances externes liées à des stratégies d'utilisation de l'outil seul et/ou à plusieurs.

Acception architecturologique :

C'est une opération pragmatique par laquelle le concepteur se réfère à un outil ou certaines propriétés de l'outil ou des modes d'utilisation précédentes pour utiliser les systèmes mis à disposition. Elle est reliée à la manière avec laquelle le ou les concepteurs vont s'approprier l'outil. Les mécanismes

d'analogies leur servent généralement de repère pour s'aider à utiliser l'outil surtout lorsqu'ils n'ont pas pris l'habitude de travailler avec. Par exemple (EXP 1, Annexe 12), lorsqu'un des concepteurs tente de montrer à son collaborateur la meilleure manière de faire appel au zoom, il fait référence à l'*i.phone* ; ou encore lorsqu'il lui demande d'utiliser les calques de *Sketcha* (logiciel du SDC) et de les gérer comme il l'aurait fait sur *Photoshop* (logiciel de traitement d'images). Ainsi, en se référant à un mode de fonctionnement d'un autre outil, les concepteurs peuvent illustrer la manière d'utiliser le système à leur disposition et de plus facilement se l'approprier.

✓ **Dimensionnement, orientation et positionnement de l'espace de travail de l'outil**

*Définition et état des connaissances:*

« Dimensionner et/ou redimensionner l'espace de travail et le positionner relativement au besoin du concepteur et/ou de son projet. »

*Le dimensionnement* de l'espace matériel graphique passe généralement par des possibilités offertes par l'outil, telles que la fonction zoom, déplacement, rotation, etc. Ces fonctions induisent des mécanismes cognitifs spécifiques dans le cadre de la conception du projet architectural (Léglise, 1998 ; 2002 ; Détienne *et al.*, 2001 ; Darses *et al.*, 2004 c ; Guéna, 2005 ; 2008).

Par exemple, pour l'analyse architecturologique d'expériences pédagogiques réalisées avec des étudiants, Lecourtois et Guéna (2007) montrent l'importance de ce qu'ils appellent « zoom dynamique » dans la modélisation informatique pour la conception architecturale. Celui-ci motiverait, selon eux, un changement permanent de point de vue « suivant une modalité opératoire simple: des passages successifs entre une vision globale de leur objet en conception et des visions de niveaux locaux » (Lecourtois *et al.*, 2007, p. 10).

Ces passages sont relatifs à des *pertinences* qui sont elles-mêmes motivées par le besoin des concepteurs d'effectuer un ensemble d'évaluations *comparatives* entre différentes représentations numériques, selon différentes tailles, tout au long du processus de conception.

*Acception architecturologique :*

Ces opérations pragmatiques, appliquées aux espaces de travail graphiques, sont marquées par un changement permanent de points de vue relativement au projet. Elles induisent des mécanismes cognitifs spécifiques dans le cadre de la conception du projet architectural qui pourraient motiver un ensemble d'évaluations à partir de *pertinences* relatives au besoin des concepteurs :

entre un point de vue et un autre, entre une représentation graphique et une autre.

#### 5.2.2.5 / La remise en cause

Suite à nos analyses architecturologiques, un constat a été fait concernant la *remise en cause* et le retour en arrière sur les décisions.

La revue des interviews réalisées, lors des expérimentations en laboratoire et *in situ*, révèle l'importance de cette action récurrente. Le SDC ne permettant pas de réaliser cette action, les concepteurs expriment leurs regrets de ne pas avoir la possibilité de retourner en arrière, *via* cet outil.

Ce constat étant posé à la fin de notre recherche, nous nous interrogeons sur la propriété de cette *remise en cause* en termes d'*opération pragmatique de conception*.

Des recherches ont montré l'importance de ces allers retours dans la conception du projet architectural (Pahl *et al.*, 1995). Sagot, Gomes et Zwolinski (1999) insistent sur l'aspect « rétroactif » du processus de conception, incluant, de fait, le phénomène de remise en cause.

Dans ce sens, Cooper et Kleinshmidt (1991) proposent de structurer l'historique du projet pour faciliter le retour en arrière et la remise en cause par l'approche « stage gate ». Celle-ci définit le processus comme une succession d'étapes entrecoupées par un rapport de synthèse et d'évaluation (des « gate reviews ») en cinq phases : sommaire, détaillée, de développement, de validation et de mise sur le marché.

Loch et Terwiesch (1998) parlent de stratégie de conception séquentielle par la conservation d'objets intermédiaires recouvrant ainsi les possibles itérations qui surviendraient au cours du processus.

Leclercq (2005), quant à lui, propose de gérer la *remise en cause* des choix des concepteurs par la conservation de l'ensemble des traces produites au cours de la conception :

*« L'approche "processus" du croquis préserve la chronologie des épisodes de la conception et elle facilite le retour en arrière dans le parcours de l'espace de solution. La correction prend ici, grâce à l'usage du calque, un caractère additif incrémental. Les traces précédentes ne sont pas détruites : elles gardent l'image réutilisable d'idées toujours exploitables, même si provisoirement abandonnées. » (Leclercq, 2005, p. 6).*

Selon l'auteur, il est difficile de décomposer les traces surtout quand celles-ci représentent un modèle à part entière qui marque « *les vestiges indélébiles du passage d'une idée* ».

### 5.3 Synthèse : Vers une modélisation de la conception architecturale collaborative synchrone et distante

---

Partant de concepts architecturologiques (cf. Chap. 3.3.3), ces analyses ont pour objectif de produire une connaissance sur la conception architecturale en situation de collaboration distante outillée.

« Comment la collaboration distante intervient-elle en et pour la conception architecturale ? » est la question majeure de ce travail. Il s'agit, plus précisément, d'explicitier les opérations cognitives induites de cette situation de conception à partir des expérimentations réalisées *in situ* et en laboratoire.

L'analyse des traces graphiques et des mots produits lors de ces expérimentations a permis d'identifier différents points caractérisant la situation de collaboration distante suivant des complexités opératoires (cf. p. 161) agissant sur le projet :

D'abord, il y a la **co-modalité** comme première spécificité d'une situation de conception collaborative outillée par le SDC (cf. p. 260). Cette propriété implique l'utilisation des deux modes d'échanges (parole / dessin) isolément et combinés. Elle comprend, par ailleurs, la possibilité de substituer un mode d'échange par un autre.

Ensuite, il y a le besoin de partage synchrone d'un espace de travail (We-Space) à partir de différents *espaces personnels (I-Space)* spécifiques à chacun des acteurs de la conception (cf. p. 115). Cet espace de travail partagé participe à la construction d'un référentiel opératif commun et d'une conscience mutuelle relatifs au processus d'interprétation, de négociation et de consensus entre les deux architectes du projet.

Enfin, il y a le **partage des classes d'opérations de conception** comme troisième spécificité d'une situation de conception collaborative outillée par le SDC (cf. p. 266). En effet, passant d'un sous-sujet à un autre, d'une *séquence de conception* à une autre, les architectes partagent une réflexion commune autour d'*échelles* dites «*collaboratives*» parce qu'elles sont partagées. Autrement dit, il y aurait conception collaborative lorsque le choix des *échelles architecturologiques* est issu d'une réflexion commune. Travaillées à plusieurs, ces échelles rassembleraient, grâce au dessin et à la parole, différents concepteurs autour des mêmes domaines de référence. Néanmoins, nos analyses ont montré que le fait qu'une *classe d'opérations de conception* soit *collaborative* n'implique pas que l'*opération de conception* en jeu le soit. Par ailleurs, le Studio Distant Collaboratif (SDC) présente des interfaces séparées qui permettent d'envisager une conception collaborative à deux ou quatre mains et, à deux ou plusieurs voix. En effet, nous avons vu que certaines *opérations élémentaires de découpage* font l'objet d'un travail collaboratif mais n'impliquent pas nécessairement un partage de point de vue par l'ensemble des concepteurs. Celles-ci sont, pour nous, des **opérations élémentaires collaboratives partagées** que nous distinguons des **opérations élémentaires collaboratives communes** issues d'un même point de vue et mises en jeu collaborativement (cf. p. 272).

Par ailleurs, cette étude a permis d'identifier et de distinguer les différentes opérations cognitives portées par la parole et le dessin (SDC) : 1/ les **opérations élémentaires de**

**conception**, que nous distinguons des 2/ **opérations pragmatiques de la conception** (cf. p. 274).

Visant la conception du projet, les *opérations élémentaires de conception* font déjà partie du langage architecturologique. Elles participent à la définition des mesures données au projet architectural. Cinq opérations sont définies en architecturologie et ont servi de grille d'analyse de nos données.

Des *opérations pragmatiques* sont posées en complément des *opérations élémentaires* qui permettent de décrire l'activité cognitive liée directement à la conception du projet architectural, indépendamment du contexte, des acteurs, de leur nombre et/ou des outils utilisés. Les *opérations pragmatiques* sont impliquées dans et pour la conception mais peuvent ne pas porter (du moins de manière directe) sur les mesures du projet. Elles désignent, ici pour nous, des opérations permettant de connecter des personnes (par la construction d'*espaces de réflexion communs*), des points de vue (par un jeu d'*interprétations* graphiques et/ou orales, des propositions des uns et des autres, prenant corps à partir de ce que dit et/ou dessine chacun des collaborateurs) et des systèmes variés (par des conversations réflexives, des négociations et des consensus autour de différents domaines de référence mis en jeu collaborativement par les concepteurs).

La dissociation entre ces opérations cognitives n'est pas facilement identifiable dans la description d'un processus particulier. Néanmoins, ce qui nous importe ici est la complexité opératoire (cf. p. 161) reliant ces *opérations élémentaires de conception* aux *opérations pragmatiques de la situation de collaboration distante*. Dans ce cadre, deux types d'*opérations pragmatiques de la conception* ont aussi été identifiées à partir de nos expérimentations: des **opérations pragmatiques de collaboration** et des **opérations pragmatiques d'usage de l'outil** (cf. p. 274).

Le schéma qui suit dresse la liste des différentes opérations cognitives mises en jeu dans le cadre de la collaboration distante outillée en conception architecturale. Certaines opérations cognitives se retrouvent dans plusieurs catégories (exemple : *l'opération de découpage*), mais certains points les distinguent selon qu'elles soient relatives à la collaboration ou à l'usage de l'outil (cf. tableau 27).

Chacune de ces opérations a fait l'objet d'un traitement architecturologique en vue de les définir et d'identifier les complexités opératoires qu'elles motivent dans la conception architecturale collaborative (cf. p. 161).

Opérations pragmatiques	Classes d'opérations pragmatiques de collaboration	Classes d'opérations pragmatiques de fonctionnement
<b>Interprétation</b>	Traduire, donner un sens, s'appropriier la proposition des autres en interprétant leurs dires et/ou dessins.	
<b>Evaluation</b>	Donner son point de vue sur les propositions des autres.	Donner son point de vue sur le choix de l'outil et/ou son mode de fonctionnement.
<b>Construction de règles</b> (Normalisation)	Enoncer des règles pour gérer le travail à plusieurs: une manière pour coordonner le groupe.	Enoncer des règles pour gérer l'utilisation de l'outil: une manière de se réappropriier l'outil.
<b>Découpage</b> (structuration)	Découper, structurer, planifier des réunions et/ou les tâches de chacun selon ses compétences, ses connaissances, ses hiérarchies et/ou ses expériences.	Découper, structurer, planifier les tâches de chacun selon ses connaissances et/ou ses expériences de l'outil.
<b>Référenciation</b>	Se référer à un autre groupe de travail pour proposer une manière de travailler ensemble	Se référer à un outil ou certaines propriétés de l'outil pour son utilisation.
<b>Dimensionnement</b>		Dimensionner ou redimensionner l'espace de travail relativement à ce qui est à montrer.
<b>Autonomisation</b>	S'isoler et concevoir de manière autonome, tout en prenant en compte le travail des autres.	
<b>Prise de décision</b>	Arrêter un choix et/ou imposer à l'autre des directions et/ou des choix qui concernent le projet.	
<b>Mise en commun</b> (construction d'un référentiel commun)	Définir, confirmer et/ou préciser des informations importantes pour assurer la collaboration entre les concepteurs: à propos du contexte du projet et/ou du mode d'utilisation de l'outil	
<b>Appropriation</b>		S'approprier l'outil en interprétant son fonctionnement et son mode d'utilisation pour la modélisation de l'espace architectural et/ou sa simulation et/ou sa communication

Tableau 27 : Définition des différentes opérations pragmatiques de conception

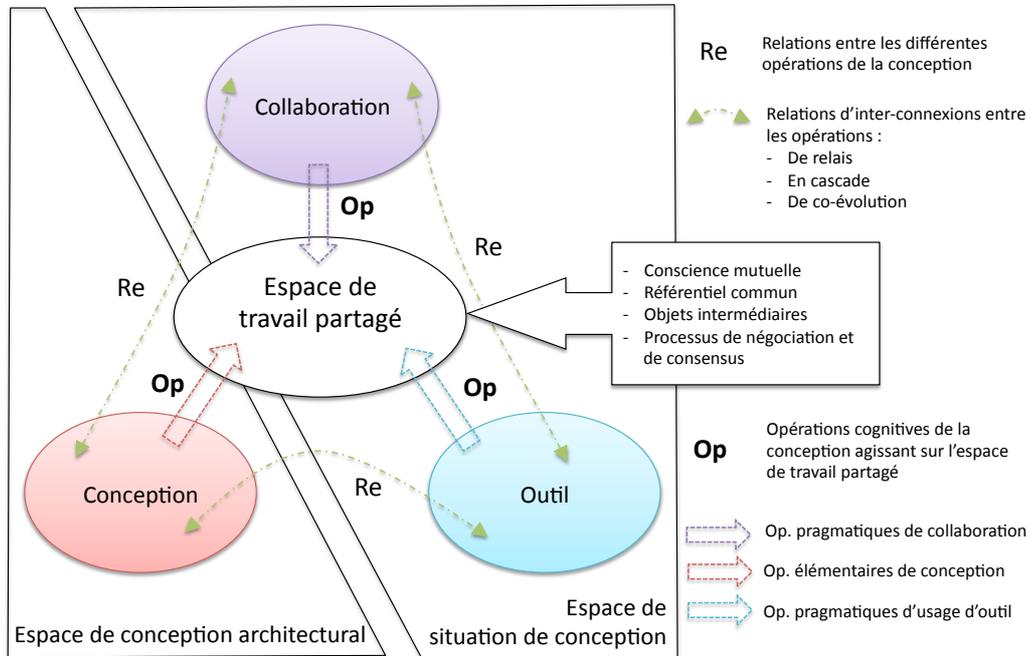
Nous avons par ailleurs interrogé leurs interactions en vue de spécifier plus explicitement la conception architecturale collaborative distante et d'en construire une connaissance complexe. Nous avons défini, dans ce cadre, trois types de relation entre les *opérations cognitives de la conception* architecturale en collaboration distante :

- Relation **en cascade** : lorsque les opérations sont reliées par nécessité ;
- Relation **de relais** : lorsque les opérations sont reliées par choix ;
- Relation de **co-évolution** : lorsque l'opération évolue parallèlement aux autres opérations cognitives, tout au long du processus de collaboration.

Chaque relation ouvre de nouvelles potentialités de mesure dont les concepteurs peuvent s'emparer par l'intermédiaire d'opérations transformant un modèle en un autre au cours du processus. A partir de ces opérations, nous avons constitué un schéma de modélisation théorique (cf. figure 43) dans lequel apparait l'ensemble de ces opérations suivant qu'elles sont *opérations élémentaires de conception* et/ou *opérations pragmatiques de collaboration* et/ou *opérations pragmatiques d'usage de l'outil*.

Ce schéma se positionne relativement à celui construit par Gronier (2006) pour modéliser le travail collectif instrumenté (*cf.* Etat de l'art, p. 40).

Nous remettons à jour ce modèle en y apportant notre contribution grâce aux résultats obtenus à partir de nos analyses architecturologiques décrites et mises en évidence ci-dessus.



**Figure 43 : Modélisation de la conception architecturale collaborative distante et instrumentée**

Dans cette modélisation, nous pouvons voir que la conception architecturale collaborative distante s'effectue dans le cadre d'un espace de travail partagé dynamique et évolutif qui est défini par un certain nombre d'éléments dont :

- la conscience du groupe ;
- le référentiel commun ;
- les objets intermédiaires partagés dans ce cadre ;
- les stratégies de négociation et de consensus construites par les collaborateurs.

Cet espace de travail partagé est lui-même composé de l'espace de conception de l'objet architectural et de l'espace participant à la définition de la situation dans laquelle est conçu l'objet architectural.

Dans le cadre de notre étude, cet espace de travail partagé est composé d'un certain nombre de critères dont la collaboration (réunissant différents acteurs autour de la conception d'un objet architectural) et l'outil (par lequel les échanges entre des concepteurs géographiquement distants sont permis).

Chacun de ces critères impose la mise en jeu d'un ensemble d'opérations cognitives de la conception qui sont définies, dans nos analyses, sous trois concepts :

- les opérations élémentaires de conception (spécifiques à la conception du projet architectural) ;
- les opérations pragmatiques de collaboration (spécifiques au fait que plusieurs acteurs collaborent ensemble pour la conception de l'objet architectural) ;
- les opérations pragmatiques d'usage de l'outil (spécifiques au choix de l'outil utilisé comme moyen d'échange synchrone entre les concepteurs qui collaborent à distance).

Toutes ces opérations cognitives de la conception architecturale collaborative distante agirait sur l'espace de travail partagé en nourrissant les différents éléments qui le composent. Ces mêmes opérations interagissent entre elles et sont interconnectées par différents types de relation, définies dans nos analyses (relation de relais, en cascade et co-évolutive). Cette modélisation rend ainsi compte de la complexité de cette situation spécifique de la conception architecturale.

Néanmoins, la question de la *remise en cause* comme étant une possible *opération pragmatique de conception* reste à poser et à préciser, vu que celle-ci a été révélée à la fin de notre recherche. Cette question est, en effet, apparue à la suite d'un constat fait après la rétrospective des interviews réalisées dans le cadre de nos expérimentations en laboratoire et *in situ*. Dans nos analyses architecturologiques, nous n'avons pas intégré ce paramètre de *remise en cause* parce que nous avons considéré ce paramètre comme participant à la définition même du processus de conception, celui-ci étant défini comme itératif. Mais voyant que notre grille d'analyse ne suffisait pas à elle seule à montrer que le SDC ne permet pas le retour en arrière, nous avons évoqué la possibilité de considérer cette *remise en cause* comme une nouvelle *opération pragmatique de conception*.

Les résultats de ce travail nous permettent, dans le prochain chapitre (Chapitre 6), de définir les besoins des concepteurs en matière d'assistances informatiques dans cette situation particulière de conception architecturale collaborative distante.



# Chapitre 6

## Possibles applications pour l'assistance à la conception architecturale collaborative à distance

### Sommaire

---

<b>6.1 Opérations cognitives comme grille d'évaluation d'outils .....</b>	<b>328</b>
6.1.1 Méthode .....	328
6.1.2 Le cas des systèmes de visioconférence .....	330
6.1.3 Le cas des systèmes de partage d'écran .....	333
6.1.4 Le cas du Studio Distant Collaboratif .....	336
6.1.5 Synthèse.....	339
<b>6.2 Opérations cognitives comme grille de définition d'un cahier des charges .....</b>	<b>342</b>
6.2.1 Propositions de préconisation.....	342
6.2.2 Exemple d'application pour le cahier de charge .....	368

---

Ce dernier chapitre (Chap. 6) présente la partie appliquée de la thèse. Il tend à proposer des pistes d'assistance à la collaboration synchrone et distante en conception architecturale à partir de l'identification (permise par *l'architecturologie appliquée* (Chap. 3)) des opérations cognitives mises en avant dans nos résultats (Chap. 5). La première section (6.1) de ce chapitre reprend ces opérations cognitives et les utilise comme trame d'évaluation d'outils d'assistance à la collaboration synchrone et distante en conception architecturale. Cette méthode d'évaluation d'outils est employée sur trois systèmes observés et étudiés au cours de nos observations en agence (Chap. 2) et de nos expérimentations en laboratoire (Chap. 4). Ces systèmes sont : la visioconférence (6.1.1), - le partage d'écran (6.1.2) et - le Studio Distant Collaboratif (6.1.3). Dans la deuxième section (6.2), nous reprenons ces mêmes opérations cognitives et nous les réutilisons comme guide pour la définition d'un cahier des charges pour le développement de futures assistances à la collaboration synchrone et distante en conception architecturale pour mieux assister les pratiques collaboratives distantes dans les agences d'architecture (actuelles et futures). Nous proposons de possibles préconisations (6.2.1) puis nous en développons plus particulièrement trois pour assister les opérations d'autonomisation, de prise de décision et de mise ne commun (6.2.2); l'objectif étant de présenter des développements informatiques possibles pour mieux assister les pratiques collaboratives distantes dans les agences d'architecture (actuelles et futures).



## 6.1 Opérations cognitives comme grille d'évaluation d'outils

---

### 6.1.1 / Méthode

### 6.1.2 / Le cas des systèmes de visioconférence

### 6.1.3 / Le cas des systèmes de partage d'écran

### 6.1.4 / Le cas du Studio Distant Collaboratif

### 6.1.5 / Synthèse

---

#### 6.1.1 Méthode

A partir de nos analyses architecturologiques (cf. Chap.4), nous avons pu mettre en évidence une modélisation théorique de la collaboration outillée en conception architecturale (cf. Chap.5). Celle-ci repose sur une triade d'opérations cognitives constituée *d'opérations élémentaires de conception, d'opérations pragmatiques de collaboration et d'opérations pragmatiques d'usage de l'outil.*

En se basant sur ces résultats, nous avons mené une réflexion sur les environnements numériques partagés dans lesquels est conduite l'activité de conception et que nous avons observés dans les agences d'architecture.

Nos principaux constats portent sur un décalage notable entre ce qui est développé comme assistances à la collaboration distante en conception et les besoins des agences d'architecture en termes d'instrumentation. Ces besoins portent sur trois aspects :

- 1- les modalités d'échange : Différentes modalités d'échange sont nécessaires lors des premières phases de conception où les mesures du projet sont encore floues et sujettes à discussion. Ces modalités sont la parole, les gestes, les regards et le dessin.
- 2- la synchronie des échanges : La synchronie des échanges favorise la synchronisation cognitive pour une compréhension partagée de la situation.
- 3- l'ergonomie des environnements d'échange : Les environnements mis à disposition des architectes aujourd'hui sont adaptés à des situations de conception distribuée et à la coordination et la gestion de travail en groupe et, non à la conception collaborative.

De plus, il est extrêmement difficile d'évaluer des collecticiels sans comprendre parfaitement ce qui se déroule dans les pratiques actuelles de la conception architecturale. Le dernier point rend difficile l'amélioration ou le développement de ces outils lorsqu'ils ne sont pas testés dans le cadre de pratiques réelles en agence. Souvent, les outils sont mis en œuvre dans le cadre de situations académiques ou pédagogiques dans lesquelles des étudiants (ou une population clairement identifiée) sont invités à les utiliser dans des conditions qui ne sont pas réelles.

C'est pourquoi nous proposons d'utiliser notre modélisation de la situation de collaboration distante en conception architecturale en termes d'opérations cognitives comme grille d'évaluation d'outils. Celle-ci permet de visualiser les potentialités de l'outil, en vue de l'améliorer et/ou de le modifier selon les objectifs attendus.

Pour ce faire, nous avons défini cette grille en fonction de ce que l'outil assiste ou pas comme opérations cognitives identifiées par nos analyses.

Cette grille commence par lister toutes les opérations (*cf.* tableau 28, colonne 2) selon qu'elles concernent :

- la conception de l'objet architectural (opérations élémentaires de conception) [01-06] : [01 : Référenciation] ; [02 : Découpage] ; [03 : Dimensionnement] ; [04 : Orientation] ; [05 : Positionnement] ; [06 : Remise en cause].
- la situation qui réunit plusieurs acteurs autour d'une même tâche (opérations pragmatiques de collaboration) [07-14] : [07 : Interprétation] ; [08 : Evaluation] ; [09 : Autonomisation] ; [10 : Mise en commun] ; [11 : Prise de décision] ; [12 : Découpage] ; [13 : Normalisation] ; [14 : Référenciation].
- l'outil utilisé pour assurer les échanges synchrones entre les acteurs géographiquement distants (opérations pragmatiques d'usage de l'outil) [15-22] : [15 : Appropriation] ; [16 : Evaluation] ; [17 : Découpage] ; [18 : Normalisation] ; [19 : Référenciation] ; [20 : Dimensionnement] ; [21 : Orientation] ; [22 : Positionnement].

Ensuite, la grille porte sur les différentes modalités d'échanges mises en œuvre pour concevoir collaborativement et à distance l'objet architectural (*cf.* tableau 28, colonne 3). Nous en avons noté trois : la parole, les documents et les annotations<sup>72</sup>.

- P (paroles) : échanges qui se font oralement entre les acteurs,
- DOC (documents) : échanges graphiques créés en amont de la réunion distante entre les acteurs,
- A (annotations) : échanges graphiques esquissés au cours de la réunion entre les acteurs pour expliquer, argumenter ou donner forme à leurs choix.

Cette grille nous permet d'évaluer les capacités des trois systèmes observés pour l'assurances<sup>73</sup> des différentes opérations cognitives de la conception et de la collaboration. Il s'agit de caractériser comment ces technologies permettent de mener "à quatre mains" les opérations de conception et comment elles apportent une contribution à l'action collaborative.

Pour l'analyse, nous avons exploité un corpus de données vidéo et d'entretiens réalisés autour de trois situations réelles utilisant successivement la visioconférence, le partage d'écran et le studio collaboratif (*cf.* Chapitres 2 et 4). Au travers de l'analyse de ce corpus, nous avons identifié des assistances (*cf.* tableau 28, colonnes 4 à 12), ici décrites selon leurs particularités :

- Sont-elles constatées dans les situations observées (Mises en jeu ou non mises en jeu) ?

<sup>72</sup> Les gestes et les regards sont aussi des modalités qui peuvent être nécessaires à la collaboration distante, mais n'ayant pas été étudiées, nous avons préféré ne pas en parler dans cette grille. Il serait néanmoins intéressant de les questionner dans des travaux futurs à l'issue de cette présente recherche.

<sup>73</sup> En questionnant leur capacité d'assistance, nous interrogeons les possibilités qu'offrent ces outils pour partager et permettre la mise en œuvre de telle ou telle opération cognitive issue de la situation de conception architecturale collaborative distante.

- Sont-elles mises en œuvre par détournement ou bien directement ?
- Sont-elles mises en jeu de manière synchrone ou asynchrone ?
- Sont-elles mises en jeu bilatéralement par les deux concepteurs distants [Bi] ou de manière unilatérale par l'un ou l'autre des collaborateurs [Uni] ?

Par détournement, nous entendons l'exploitation (spontanée ou réfléchie) par l'utilisateur d'une fonction logicielle ou technologique pour un usage qui n'a pas été prévu lors de son développement.

Ce détournement peut être spontané. Par exemple, les concepteurs utilisent la visioconférence pour arrêter certains choix (opération pragmatique de prise de décision (et/ou de prescription)) laissés en suspens lors d'échanges effectués précédemment par e-mail avant ; mais l'outil en soi ne prend pas en charge ces prises de décision. Ils ne sont ni annotés ni enregistrés par l'outil, ils ne peuvent l'être uniquement si le chef de projet décide de les acter manuellement dans un compte-rendu qu'il transmet par la suite à ses collaborateurs.

Le détournement peut aussi être réfléchi. Par exemple, les concepteurs détournent la caméra de visioconférence originellement destinée à rester fixe et la reprennent pour tenter de transmettre le contenu des annotations graphiques produites lors de la réunion.

Une fois ces capacités d'assistance mises en avant, nous expliquons chacune d'elles par des exemples permettant de préciser nos choix (*cf.* tableau 28, colonne 13).

Nous avons ainsi testé cette grille d'évaluation sur trois outils commerciaux, étant entendu qu'il en existe d'autres et que le nombre de ceux qui apparaissent sur le marché croît de jour en jour. Cette sélection se justifie néanmoins par les études, observations et expérimentations effectuées dans le cadre de notre recherche. En effet, les systèmes de visioconférence et de partage d'écran ont été étudiés lors de nos observations de pratiques collaboratives en agences d'architecture (*cf.* Chapitre 2), que nous ré-exploitions dans ce cadre. Le Studio Distant Collaboratif a, quant à lui, fait l'objet de toutes nos expérimentations *in situ* et en laboratoire dans le cadre de la recherche CoCréa (*cf.* Chapitre 5).

La visioconférence, le partage d'écran et le SDC ont comme point commun d'assister des collaborations synchrones et distantes, c'est pourquoi nous les interrogeons ici en les confrontant à des activités de conception architecturale.

### 6.1.2 Le cas des systèmes de visioconférence

Un système de visioconférence permet bien sûr la mise en commun d'informations [10]. La coordination et l'évaluation de projet [08] quant à elles passent exclusivement par la parole ou par des documents préparés et envoyés en amont de la réunion.

OUTILS	OPERATIONS COGNITIVES	MODALITES DES ECHANGES	ASSISTANCES												EXEMPLES		
			Non mise en jeu		Mise en jeu par détournement				Mise en jeu								
			Asynchrone	Synchrone	Asynchrone	Synchrone	Asynchrone	Synchrone	Asynchrone	Synchrone							
Unil	Bi	Unil	Bi	Unil	Bi	Unil	Bi	Unil	Bi								
VISIOCONFERENCE	Op éléments de conception	P + DOC			X										Possibilité de montrer un document graphique comme référence à condition de l'avoir imprimé au préalable et par la suite le montrer via la caméra.		
		P (+A)			X										Possibilité d'opérer sur l'objet à concevoir via l'outil en : 1/ en utilisant un système de quadrillage préparé en amont de la réunion pour se repérer sur les plans; 2 / réaliser un dessin (chacun de son côté ) sur un document (par exemple affiché sur le mur) puis utiliser la caméra de l'outil pour expliquer et/ou justifier le choix des concepteurs dans le projet.		
		P (+A)			X												
		P (+A)			X												
		P (+A)			X												
		-	X													Aucun retour en arrière n'est permis.	
	Op pragmatiques de collaboration	P + DOC (+A)			X											Partage de différentes modalités permises par un détournement de l'outil via la parole et un partage de documents (exemple : le concepteur dessine sur le tableau puis argumente ses choix en dirigeant la caméra sur la nouvelle esquisse portant des informations diverses témoignant de sa pensée relative au projet).	
		P												X		Possibilité d'évaluer oralement les propositions du collaborateur.	
		A			X											Possibilité de s'isoler pour réfléchir sur une solution donnée mais le partage de l'esquisse personnelle n'est permis que par détournement (diriger la caméra).	
		P + DOC												X		Possibilité de partager des informations sur projet via la parole et via les documents préparés en amont (en insérant une trame comme grille de repérage sur le plan).	
		P						X								Possibilité de prescrire oralement des choix concernant le projet (cette fonction n'est pas réellement prise en charge par l'outil. C'est le concepteur qui l'acte par écrit sur ses notes qu'il transfère par la suite sous la forme d'un compte-rendu).	
		P						X								Possibilité d'organiser oralement la réunion et de découper les tâches de chacun relativement aux besoins du projet (mais l'outil en soit ne gère pas ce découpage).	
		P								X						Construction d'un certain nombre de normes pour pouvoir travailler à deux, via l'outil: par le système de tramage, ou d'affichage, chaque collaborateur peut montrer et/ou justifier ses choix (par exemple: montrer un dessin via la caméra).	
		-													X		Utilisabilité de l'outil selon un protocole prédéfini (il ne permet pas de s'aligner à une autre réunion faite précédemment).
		-													X		Utiliser autrement l'outil en donnant la possibilité à l'utilisateur de replacer la caméra à l'endroit voulu.
Op pragmatiques d'usage de l'outil	Evaluation	-							X						Possibilité d'évaluer oralement les fonctionnalités de l'outil (cette fonction n'est pas réellement gérée par l'outil).		
	Découpage	-												X	Possibilité d'afficher différentes scènes permettant de percevoir les différents cadres de travail distant réunissant l'ensemble des collaborateurs.		
	Normalisation	-	X												Utilisabilité de l'outil selon un protocole prédéfini (il n'est pas flexible quant à son utilisation).		
	Références	-	X												Utilisabilité de l'outil selon un protocole prédéfini (il ne permet pas de se référer à l'usage d'un autre outil).		
	Dimensionnement	-	X												Utilisabilité de l'outil selon un protocole prédéfini (il ne permet pas de dimensionner l'affichage proposé par l'outil).		
	Orientation et Positionnement	-	X												Utilisabilité de l'outil selon un protocole prédéfini (il ne permet pas de positionner ou d'orienter autrement l'affichage proposé par l'outil).		

Tableau 28 : Support des opérations cognitives rendues possibles par le système de visioconférence

La visioconférence ne permettant pas le partage d'annotations ou de traces graphiques synchrones, il est difficile pour les concepteurs de partager des *opérations élémentaires de conception* en découpant [02], dimensionnant [03], orientant [04] ou positionnant [05] le projet. Le partage de celles-ci n'est permis que par détournement, en déplaçant la caméra pour montrer des esquisses produites lors de la réunion ou en tramant les plans partagés, pour discuter du projet et des modifications à opérer. A ce prix, diverses interprétations peuvent être construites, porteuses de significations implicites et explicites [07] qui peuvent conduire à des incompréhensions entre les différents concepteurs.

De la même façon, les autres *opérations pragmatiques de collaboration* ne sont permises que par détournement, car l'outil n'a pas pour vocation de les assister même s'il admet leur mise en jeu au cours du processus [09-11-12-13]. Seules la mise en commun d'informations [10], la coordination et l'évaluation de projet [08], qui peuvent parfaitement être mises en jeu uniquement par la parole et devenir même opérantes dans les choix de mesure de la conception architecturale du projet, sont permises. La référencement à d'autres situations, méthodes ou procédures de travail [14] n'est pas admise non plus, car l'outil ne permet absolument pas de mémoriser des réunions ou de s'aligner à d'autres réunions faites précédemment.

Ne permettant que l'échange synchrone de parole, les systèmes de visioconférence ont des fonctions extrêmement limitées mises en jeu selon un protocole prédéfini : cela ne donne aucune flexibilité quant à la construction de règles pour son utilisation [18], la référencement à d'autres outils [19], le dimensionnement [20], l'orientation [21] et/ou le positionnement [22] de l'interface ou de l'affichage proposé.

Etant donné ces limites, la visioconférence ne peut être exploitable que si elle se base sur l'échange préalable de documents. Les opérations de conception s'avèrent donc non seulement toujours asynchrones mais, on l'a vu, aussi réalisées uniquement par détournement. Nous pouvons citer l'exemple où les concepteurs imposent, avant même de commencer la réunion, de s'échanger des documents conventionnels préparés en amont et dans lesquels ils insèrent une trame servant de repère dans les plans, qu'ils s'envoient par e-mail. Ensuite, lors de la réunion via la visioconférence, les concepteurs arrivent avec les mêmes documents téléchargés, à partir desquels ils discutent les mesures du projet selon différents points de vue et en utilisant cette trame pour se repérer sur le plan, en discutant. Ainsi, les concepteurs sont obligés de définir une démarche de travail s'ils veulent intervenir plus précisément sur les mesures de l'objet architectural. Cela n'aurait pas été le cas si la réunion ne concernait que la validation ou non de certains choix et/ou la coordination du travail en groupe. A ce moment là, les échanges oraux suffisent d'eux-mêmes.

L'exploitation de la caméra s'avère aussi difficile car elle dépend de la qualité d'affichage et du réseau disponible pour transmettre le contenu graphique d'une esquisse produite en temps réel.

Actuellement, l'usage de la visioconférence en conception architecturale ne peut pas réellement être considéré comme une solution efficace. Ce résultat confirme celui mis en avant lors des observations de pratiques de collaboration distante outillée en agences d'architecture (*cf.* Chapitre 2). Par ses limitations, la visioconférence reste d'ailleurs mise en

œuvre comme solution de remplacement dans nos domaines, alors que dans de nombreux autres secteurs où la composante graphique est moins importante, la technologie rencontre un succès grandissant.

### 6.1.3 Le cas des systèmes de partage d'écran

Ici nous avons étudié et évalué le support permis par un système de partage d'écran nommé Webex (version 27.31.0.13320). D'autres assistances du même type ont été analysés par Leclercq et Detheux (2009, *cf.* p. 66), mais nous nous focalisons ici sur le Webex il a fait l'objet de nos observations en agence d'architecture (*cf.* Chap 2, p. 108).

Ce système de partage d'écran permet la coordination et l'évaluation du projet [08] passant par la parole, le partage synchrone de documents et le partage asynchrone d'annotations construites au cours de la réunion. *Via* toutes ces modalités d'échanges, il assiste les interprétations des deux concepteurs partageant un même espace de travail [07].

Seul un des concepteurs (le « maître de la réunion ») peut mettre en commun les informations graphiques [10] existantes sur son poste. Il est le seul à décider de ce qui est partageable ou pas [13]. C'est lui qui décide donc de la manière avec laquelle s'approprier l'outil [15] et avec laquelle découper [17], dimensionner [20] ou positionner [22] son espace de travail et son interface de travail rendu visible à son collaborateur. Ayant la main sur son ordinateur, c'est lui aussi qui définit les règles de travail avec son collaborateur et la manière avec laquelle utiliser l'outil [13 / 18] (même si ces normes restent le résultat d'un consensus entre les concepteurs).

Comme remarqué lors de nos observations en agence (*cf.* Chap. 2, p. 108), l'autre concepteur peut intervenir sur le projet *via* la parole ou *via* des annotations éphémères qu'il superpose numériquement. Ces annotations s'évaporent dès que l'application sous-jacente est sollicitée (par exemple lorsque le concepteur doit effectuer une opération de zoom, une rotation ou ajouter une ligne au plan affiché sur l'outil ouvert en fond d'écran).

L'outil permet donc aux deux concepteurs distants de dimensionner le projet [03] car ils peuvent tous deux annoter, mais cela s'effectue de manière asynchrone sur le document partagé (op. non partagée).

Démuni de la possibilité d'agir simultanément, le système Webex ne favorise pas le partage de certaines opérations élémentaires de conception. Seul un des deux peut découper [02] (de manière asynchrone) ou positionner [05] et orienter [04] le projet (de manière asynchrone). En effet, à partir d'un même document sur lequel est représentée une coupe par exemple, un seul des deux concepteurs peut annoter ou modifier le document (quand il est le « maître de la réunion ») ou uniquement annoter (quand c'est le collaborateur) *via* le système d'annotation.

L'autonomisation [09] est, ici, supportée par l'outil mais de manière unilatéral puisque le "maître de réunion" peut décider à tout moment de partager telle ou telle information issue de ses données personnelles. Son collaborateur distant ne peut réaliser la même opération de son côté puisqu'il n'a pas la main.

OUTILS	OPERATIONS COGNITIVES	MODALITES DES ECHANGES	ASSISTANCES								EXEMPLES			
			Non mise en jeu		Mise en jeu par détournement		Mise en jeu							
			Asynchrone	Synchrone	Asynchrone	Synchrone	Asynchrone	Synchrone						
Unil	BI	Unil	BI	Unil	BI	Unil	BI							
Op :pragmatiques d'usage de l'outil	Op :élémentaires de conception	P + DOC + A											Seul le maître de la réunion a la possibilité de faire appel à des références issues de son ordinateur (fichiers, documents, site internet, etc.).	
		P + DOC + A				X							A partir d'un même document sur lequel est représentée une coupe, un seul des deux concepteurs peut annoter ou modifier le document (quand il est le maître de la réunion) ou uniquement annoter (quand c'est le collaborateur) via le système d'annotation.	
		P + DOC + A						X					Les deux concepteurs peuvent annoter mais de manière asynchrone sur le document partagé (op.non pratiquée).	
		P + DOC + A								X			Un seul concepteur peut orienter ou positionner le projet dans le site, l'autre ne pouvant pas annoter au même moment que son collaborateur.	
		-		X									Aucun retour en arrière n'est permis (pour toute modification sur le document partagé, les annotations créées auparavant disparaissent. Il n'en reste aucune trace).	
Op :pragmatiques de collaboration	Interprétation	P + DOC + A										X	L'annotation est partagée mais elle n'est pas affichée en temps réel (exp: pour penser le contreventement, le maître de la réunion met en affichage commun une façade du projet sur laquelle ils commentent et discutent des différents points techniques à traiter. Ces discussions sont synchrones et en parallèle. Les annotations sont esquissées par l'un puis par l'autre (de manière asynchrone). Elles sont par la suite commentées par l'un et évaluées par l'autre avec des interprétations diverses (certaines informations pouvant compléter d'autres informations qu'annote et connote chacun des collaborateurs).	
	Evaluation	P + A										X	Possibilité d'évaluer la proposition de l'autre via la parole et l'annotation	
	Autonomisation	A					X						Seul le maître a la possibilité de choisir quels documents ou autre annotation pourraient être partagés ou non avec son collaborateur.	
	Mise en commun	P + DOC + A										X	Seul le maître de la réunion a la possibilité de mettre en commun les références issues de son ordinateur (fichiers, documents, sites internet, etc.), mais les annotations restent partagées.	
	Prise de décision	P							X				Possibilité de réaliser des prescriptions via la parole ( l'outil ne gère pas ce qui est acté et ne garde aucune mémoire de ce qui est annoté).	
	Découpage	P						X					Possibilité de structurer le travail et la tâche de chacun via la parole.	
	Normalisation	P										X	Possibilité de construire des règles pour travailler à deux via la parole (Exp: expliquer à l'autre ce qui va être mis en partage ou pas).	
	Références	-											X	Utilisabilité de l'outil selon un protocole prédéfini (il ne permet pas de s'aligner à une autre réunion faite avant).
	Appropriation	-											X	Seul le maître a la possibilité de gérer la manière avec laquelle il peut manipuler l'outil relativement à ce qu'il a envie de partager ou pas: il décide aussi de donner la possibilité ou pas à l'autre d'annoter.
	Evaluation	P						X						Possibilité d'évaluer oralement les fonctionnalités de l'outil.
Op :pragmatiques d'usage de l'outil	Découpage	-											X	Seul le maître de la réunion a la possibilité de donner accès ou non à certaines fonctionnalités de l'outil (exemple: permettre l'annotation).
	Normalisation	-											X	Seul le maître a la possibilité de gérer la manière avec laquelle manipuler l'outil.
	Références	-											X	Utilisabilité de l'outil selon un protocole prédéfini: il ne permet pas de se référer à l'usage d'un autre outil.
	Dimensionnement	-											X	Seul le maître a la possibilité de gérer son interface, les fenêtres visibles et l'organisation de l'espace de travail commun.
	Orientation	-											X	Utilisabilité de l'outil selon un protocole prédéfini: il ne gère pas l'orientation de l'affichage proposé par l'outil.
	Positionnement	-											X	Seul le maître a la possibilité de gérer son interface, les fenêtres visibles et l'organisation de l'espace de travail commun.

Tableau 29 : Support des opérations cognitives rendues possibles par le système de partage d'écran

Ce système de partage d'écran supporte relativement bien les opérations cognitives de la conception, mais celles-ci sont mises en jeu essentiellement en mode unilatéral et restent soumises à la notion de maître. Ce maître est généralement le coordinateur de projet, ce qui place rapidement les collaborateurs dans une position hiérarchique inégalitaire.

Ce type d'organisation est parfaitement adapté pour satisfaire des situations de travail à distance, liant un décideur et son exécutant mais il s'adapte mal aux conditions de collaboration dans les phases préliminaires de la conception. Ces phases impliquent dans le cadre de collaboration des compétences qui se posent sur un même niveau d'importance quant à la prescription des mesures de projet. La nécessité de "rendre la main" à son interlocuteur pour qu'il puisse manipuler les documents bride évidemment la fluidité de la réflexion commune.

Ce principe de "partage d'écran" permet certes de *mettre en commun* divers types de documents et toute forme d'application entre deux postes interconnectés. Mais les conditions actuelles de transfert rendent encore l'échange décalé : le temps de réponse ne fournit actuellement pas la fluidité nécessaire, ce qui risque de provoquer des incompréhensions entre les différents acteurs du projet.

Ajoutée à cela, la synchronisation relative de ces annotations transmises en fin de séquence, rend la fluidité des échanges encore plus difficile. Les tracés graphiques d'annotation ne sont pas suivis en temps réel par l'interlocuteur distant, créant en permanence un décalage entre l'explication orale que celui-ci perçoit et l'expression graphique qui est sensée la supporter.

Par ailleurs, ces actions d'annotation, effectuées sur un calque virtuel, ne peuvent techniquement pas être reliées aux actions de manipulation des logiciels qu'elles recouvrent. Ces traits d'annotation superposés à une vue donnée ne peuvent être sauvegardés en mémoire car ils disparaissent au moment même où une modification est sollicitée sur le document mis en commun entre les concepteurs (par une simple translation ou orientation de celui-ci, par exemple). Cette approche repose donc sur un principe d'annotation éphémère.

Cet outil s'adapte donc parfaitement à de petites corrections survenues au cours du processus de conception et/ou pour valider, confirmer ou infirmer certaines informations nécessaires à la production du projet et devant passer par des représentations graphiques. Il est aussi adapté pour des réunions instantanées et spontanées, concernant certains points pertinents pour l'un ou l'autre des concepteurs.

Mais il reste difficilement exploitable lorsque, d'un côté ou d'un autre de l'outil, il y a plus d'un concepteur qui devront se partager la souris et visualiser un document sur la surface de l'écran d'ordinateur. Il est aussi impossible d'esquisser un plan ou de construire collaborativement un projet à deux et à distance *via* cet outil et cela pour deux raisons :

1/ La souris de l'ordinateur reste difficilement manipulable pour esquisser un croquis à main levée. L'outil d'annotation est plus adapté pour créer des lignes, des flèches, ou des petits dessins indiquant des zones ou des petites modifications à faire sur le plan.

2/ Les dessins disparaissent aussitôt qu'une modification est réalisée sur le fond de plan. Et lorsqu'il ne s'agit que de modifier le fond de plan, seul le maître de réunion a accès aux fenêtres de modifications de l'outil CAD, par exemple, installé sur son ordinateur.

#### 6.1.4 Le cas du Studio Distant Collaboratif

Ici nous avons étudié et évalué le support permis par le système offert par le Studio Distant Collaboratif (SDC) utilisant le logiciel nommé SketSha (version OSX 3.2) (cf. Chap 1, p.69).

Tout comme les deux systèmes présentés précédemment, le SDC permet la *mise en commun* [10], la coordination [12] et l'évaluation de projet [08] à distance et en temps réel. Il permet également l'ajustement continu des rôles au cours des réunions [12] mais ne le gère pas.

Tout comme le système de partage d'écran, il donne accès autant aux échanges *via* la parole que le partage de documents et d'annotations construites au cours de la réunion. Mais ce système gère aussi une parfaite synchronisation entre toutes ces modalités d'échange ce qui favorise les interprétations des divers concepteurs partageant un espace commun et virtuel de travail [07].

Bidirectionnelle et synchrone, la mise en commun permet, quant à elle, de gérer la coordination du projet. L'outil ne permet toutefois pas encore le passage d'un espace personnel à un espace de travail commun (et vice versa) car il ne dispose pas de fonctions de création d'esquisses personnelles qu'il serait ensuite possible de partager. Comme pour les deux technologies précédentes, *l'opération pragmatique d'autonomisation* [09] n'est donc pas servie par le SDC. La notion d'espace de travail personnel n'est en effet pas couverte par le logiciel actuel. Elle permettrait aux différents concepteurs de créer leurs propres notes et croquis en session et de les "publier" au besoin dans l'espace graphique partagé. Néanmoins, cette opération pourrait s'exécuter par détournement: le dessin apporté pourrait être montré à la caméra ou repassé sur la surface digitale pour être communiqué à l'interlocuteur distant. Mais ce cas n'a pas été constaté dans toutes les situations que nous avons observées, en laboratoire ou en agence.

Les perspectives d'évolution de cette technologie porteront donc vraisemblablement sur ce concept d'articulation entre espace privé et espace partagé de conception, connu aujourd'hui sous le nom d'articulation I-Space / We-Space (cf. Partie 1 2.2.3, p. 115).

Offrant un support synchrone d'échange de paroles, de gestes et de dessins, il permet aussi le partage des principales opérations de conception [01 à 05] sans la notion de « maître de réunion ». Cependant cet outil ne gère pas le retour en arrière. Les concepteurs n'ont pas la possibilité de retrouver des traces qu'ils ont créées auparavant [06]. Un des binômes ayant participé aux expérimentations en laboratoire, lors de sa deuxième utilisation de l'outil, crée un ensemble de calques qu'il nomme esquisse 1, esquisse 2, *etc.* les concepteurs peuvent éteindre les calques contenant les propositions qui les intéressent le moins, puis y revenir, à un moment du processus, pour les manipuler, transformer et retravailler s'ils estiment qu'il s'avère pertinent de revenir aux premières propositions. Ce retour en arrière est donc permis ici par détournement et par l'établissement, par les concepteurs, de règles d'utilisation de l'outil [18] et de travail en groupe [13].

Associant les capacités de visioconférence et de partage d'espace de travail graphique, le SDC répond à bon nombre des besoins générés par les situations de collaboration à distance. Il propose aux concepteurs des solutions technologiques en concordance avec leurs capacités initiales (sans recours au détournement) et offre une synchronisation bilatérale.

Mais des opérations pragmatiques de collaboration telles que : l'autonomisation [09], la référencement [14], le découpage [12] et la prise de décision [11] ne sont pas gérées par l'outil. La discussion entre les concepteurs *via* la visioconférence permet leur réalisation mais l'outil ne les assiste pas.

Cette visioconférence mise en œuvre dans le SDC est exclusivement consacrée à l'échange social, supportant l'échange verbal et postural (gestes et expressions faciales) de manière synchrone. La surface graphique de travail offre un espace partagé, ouvert à l'intervention synchrone de tout intervenant. Dédié aux actions des concepteurs, en analogie avec celles opérées sur la table d'une réunion en coprésence, l'analyse démontre que les fonctions d'importation de documents, de capture d'écran (issues de toute autre application parallèle à SketSha) soutiennent la *référenciation* et la *mise en commun*. De même, les fonctions de manipulation et d'annotation, toutes réalisées au stylo grâce à une interface spécifique, portent efficacement les opérations concernant l'objet architectural (dimensionnement, découpage, orientation et positionnement). Le tout supporte bien, dès lors, les opérations d'ajustement de pensées entre concepteurs et favorise la synchronisation cognitive ainsi que la synchronisation temporo-opératoire (*cf.* Chap 1, p. 14).

Le tableau suivant synthétise le support des opérations de conception, de collaboration et d'usage d'outil permis par le SDC (*cf.* tableau 30):

OUTILS	OPERATIONS COGNITIVES	MODALITES DES ECHANGES	ASSISTANCES						EXEMPLES				
			Mise en jeu par détournement			Mise en jeu							
			Asynchrone	Synchrone	Unif	Unif	Unif	Unif		Unif	Unif		
STUDIO DISTANT COLLABORATIF	Op : éléments de conception	Référenciation											La référencement est facilitée par un système d'imprime-écran (Screen capture) pour partager, sous forme d'images, différentes représentations issues de l'ordinateur ou tirées du Net.
		Découpage											Possibilité de réaliser deux représentations différentes à partir d'une même esquisse (plan) construite à deux.
	Op : éléments de collaboration	Dimensionnement											Possibilité de réaliser de manière synchrone une esquisse à deux mains.
		Orientation											Possibilité d'orienter et de positionner le projet à deux mains par le système de partage synchrone d'annotations.
		Positionnement											Aucun retour en arrière n'est permis.
		Remise en cause	X										L'interprétation est ici multimodale (s'appuyant sur des mots et des annotations) et co-déterminée (permettant un jeu de relance entre les concepteurs): Croisement des interprétations par le partage en temps réel des modes de représentation porteurs de significations implicites et explicites.
	Op : pratiques d'usage de l'outil	Interprétation	P + DOC + A										Possibilité d'évaluer la proposition de l'autre via la parole et l'annotation.
		Evaluation	P + A										Il y a la possibilité de s'isoler, par détournement, en utilisant un papier stylo en dehors de l'interface puis de montrer son dessin à son collaborateur via la caméra (tout comme le système de visioconférence), mais ce cas n'a pas été observé dans nos analyses.
		Autonomisation	-										Mise en commun facilitée par un système d'imprime-écran, ainsi que le partage d'annotations et d'images en temps réel.
		Mise en commun	P + DOC + A										Possibilité de réaliser des prescriptions via la parole et le dessin, car (contrairement au système Webex), l'outil permet de garder des traces des annotations, lors de la manipulation du document.
Prise de décision		P + A					X					Possibilité de structurer le travail et la tâche de chacun via la parole ( l'outil ne gère pas a priori l'organisation même des réunions de travail).	
Découpage		P										La flexibilité de l'outil et la multimodalité des échanges facilitent la création de normes de travail à plusieurs.	
Op : pratiques d'usage de l'outil	Normalisation	P										Utilisabilité de l'outil selon un protocole prédéfini (Il ne permet pas de s'aligner à une autre réunion faite précédemment).	
	Référenciation	-										La flexibilité de l'outil facilite son appropriation: chacun peut gérer son interface indépendamment de l'autre, en choisissant l'emplacement de ses boîtes à outil.	
	Appropriation	-										Possibilité d'évaluer oralement les fonctionnalités de l'outil (l'outil ne gère pas ces évaluations).	
	Evaluation	-					X					L'outil ne permet pas de découper l'espace de travail en plusieurs espaces spécifiques à chaque collaborateur. Par détournement, les concepteurs tracent un trait définissant l'espace de travail de chacun, sur un même fond de plan partagé.	
	Découpage	-										La flexibilité de l'outil facilite la création de normes pour pouvoir l'utiliser.	
	Normalisation	-										Il ne permet pas de se référer à l'usage d'un autre outil.	
	Référenciation	-										Possibilité de redimensionner l'interface de l'outil.	
	Dimensionnement	-										Possibilité d'orienter l'interface de l'outil pour mieux se repérer.	
Orientation	-										Possibilité de positionner l'interface de l'outil selon les besoins propres à chacun des concepteurs.		
Positionnement	-												

Tableau 30 : Support des opérations cognitives rendues possibles par le système SDC

### 6.1.5 Synthèse

En utilisant nos résultats de spécification de la conception architecturale collaborative distante, nous avons pu construire une grille d'évaluation d'outils pouvant assister la conception collaborative. L'analyse développée dans cette étude a donc été mise en forme de manière à être spécifique au secteur qui nous intéresse : la conception architecturale collaborative. Nous avons repris pour cela les opérations identifiées par nos analyses (cf. chapitre 5), avec lesquelles nous avons listé les modalités d'échange utilisées pour parvenir à opérer sur l'objet architectural, la collaboration et l'outil utilisé pour pouvoir travailler à distance et en temps réel.

Nous avons utilisé cette grille pour notre étude afin de comparer trois dispositifs technologiques, mis en œuvre en conception architecturale pour supporter la collaboration distante synchrone. Pour ce faire, nous avons exploité le corpus de données vidéo et d'entretiens réalisés autour de trois situations réelles utilisant successivement la visioconférence, le partage d'écran et le SDC (cf. Chapitres 2 et 4).

Nous avons cherché si l'outil permettait le partage de telle ou telle *opération élémentaire de conception*, s'il assistait telle ou telle *opération pragmatique de collaboration* et s'il donnait la possibilité de mettre en jeu telle ou telle *opération pragmatique d'usage de l'outil* (cf. tableau 31).

Concernant les *opérations élémentaires de conception*, la visioconférence permet le partage de la plupart d'entre-elles par détournement. En revanche, pour le Webex et le SDC, le partage de celles-ci est permis grâce à la possibilité d'échanger des documents graphiques et des annotations qu'offrent ces outils. La différence entre ces deux outils est d'abord la synchronie des échanges (pour le SDC, les échanges sont parfaitement synchrones ce qui permet le partage d'*opérations élémentaires de découpage, de référencement, de dimensionnement et d'orientation et de positionnement*). La mise en jeu de ces *opérations élémentaires de conception* diffère également : elle passe par un des concepteurs (le « maitre de réunion ») pour le Webex et simultanément par tous les collaborateurs pour le SDC. Dans ce cadre, le SDC paraît le plus adéquat pour le partage d'opérations élémentaires de conception. On peut dire que, dans un certain point de vue, il assiste la conception architecturale collaborative.

Concernant les *opérations pragmatiques de collaboration*, les trois systèmes assistent la gestion de projet et la coordination du groupe via les opérations d'*interprétation, d'évaluation* et de *mise en commun*. Ensuite, pour la visioconférence, le reste des *opérations pragmatiques de collaboration* ne se réalisent que par détournement de l'outil. Par contre, le Webex participe à la mise en œuvre de la plus part de ses opérations (dont l'*autonomisation, la mise en commun* et la *normalisation*) mais le plus souvent elles ne sont mises en œuvre que par un seul des deux concepteurs (le « maitre de la réunion »). En revanche, le SDC, les assiste parfaitement, sauf les opérations pragmatiques de *remise en cause, de prise de décision* et d'*autonomisation*.

OUTILS	OPERATIONS COGNITIVES		MODALITES DES ECHANGES	ASSISTANCES										
				Non mise en jeu	Mise en jeu par détournement				Mise en jeu					
					Asynchrone		Synchrone		Asynchrone		Synchrone			
					Uni	Bi	Uni	Bi	Uni	Bi	Uni	Bi		
Visioconférence	Op. de Conception	Référenciation	P + DOC	X										
		Découpage	P			X								
		Dimensionnement	P			X								
		Orientation et Positionnement	P			X								
		Remise en cause	-	X										
	Op. Prag. de Collaboration	Interprétation	P + DOC			X								
		Evaluation	P											X
		Autonomisation	A	X										
		Mise en commun	P + DOC											X
		Prescription	P					X						
		Découpage	P					X						
		Normalisation	P					X						
		Référenciation	-	X										
	WEBEX	Op. de Conception	Référenciation	P + DOC + A										X
Découpage			P + DOC + A					X						
Dimensionnement			P + DOC + A						X					
Orientation et Positionnement			P + DOC + A									X		
Remise en cause			-	X										
Op. Prag. de Collaboration		Interprétation	P + DOC + A											X
		Evaluation	P + A											X
		Autonomisation	A					X						
		Mise en commun	P + DOC + A									X		
		Prise de décision	P				X							
		Découpage	P				X							
		Normalisation	P									X		
		Référenciation	-	X										
Studio Distant Collaboratif		Op. de Conception	Référenciation	P + DOC + A										X
	Découpage		P + DOC + A										X	
	Dimensionnement		P + DOC + A										X	
	Orientation et Positionnement		P + DOC + A										X	
	Remise en cause		-	X										
	Op. Prag. de Collaboration	Interprétation	P + DOC + A											X
		Evaluation	P + A											X
		Autonomisation	-	X										
		Mise en commun	P + DOC + A											X
		Prise de décision	P + A				X							
		Découpage	P				X							
		Normalisation	P										X	
		Référenciation	-	X										

Tableau 31 : Synthèse du support des opérations cognitives rendues possibles par les trois systèmes

La ré-exploitation de nos données et de nos résultats sous cette forme nous a permis de tester notre grille d'évaluation des outils tendant à assister la conception architecturale collaborative distante. Cette première application issue de nos études théoriques a permis de qualifier le niveau de support que chacun des trois systèmes choisis peut apporter aux concepteurs. Nos résultats montrent que l'ajustement de pensées et de réflexions communes se révèle possible, de façon variable, dans les trois cas. Mais révèlent aussi leurs limites.

Il est important, néanmoins, de signaler qu'il est difficile d'évaluer les collecticiels ; la grille que nous proposons ici n'est qu'une première ébauche de réponse à cette difficulté. Elle ne permet pas une évaluation définitive des outils d'assistance à la collaboration synchrone et distante en conception architecturale. Elle permet simplement d'analyser différents profils de collecticiels en vue de les améliorer et de les adapter à l'activité même de la conception architecturale collaborative distante.

L'objectif de cette grille d'analyse est d'exposer un premier aperçu des possibilités offertes par tel ou tel outil afin d'indiquer, assez rapidement, quelles perspectives pourraient être envisageables à l'avenir pour chacune des trois technologies. Ne donnant pas lieu à des résultats quantitatifs, il est nécessaire d'accompagner cette grille d'évaluation avec des études ergonomiques donnant accès à des données complémentaires précises quant à l'utilisation même de l'outil et son futur développement.

Il est aussi envisageable d'enrichir cette grille en y insérant l'étude des gestes et regards qui n'ont pas été pris en compte dans cette étude.

## 6.2 Opérations cognitives comme grille de définition d'un cahier des charges

---

### 6.2.1 / Propositions de préconisation

- ✓ 6.2.1.1 / Les opérations pragmatiques de collaboration
- ✓ 6.2.1.2 / Les opérations pragmatiques d'usage de l'outil
- ✓ 6.2.1.3 / Les opérations élémentaires de conception
- ✓ 6.2.1.4 / Synthèse

### 6.2.2 / Exemples d'application pour le cahier des charges

- ✓ 6.2.2.1 / Le cas de l'opération de la prise de décision
- ✓ 6.2.2.2 / Le cas de l'opération de mise en commun
- ✓ 6.2.2.3 / Le cas de l'opération d'autonomisation
- ✓ 6.2.2.4 / Exigences fonctionnelles

### 6.2.3 / Synthèse

---

#### 6.2.1 Propositions de préconisation

Cette section du chapitre 6 présente des préconisations possibles pouvant permettre de modifier ou compléter des outils existants pour l'assistance à la collaboration distante et synchrone en conception architecturale. Nous proposons ici une piste de fonctionnement pour chacune des opérations cognitives que nous avons pu mettre en avant à partir de nos analyses.

A noter qu'une même application peut servir plusieurs opérations cognitives, même quand celles-ci sont de diverses natures.

#### 6.2.1.1 / Les opérations pragmatiques de collaboration

##### ✓ **Interprétation**

L'*interprétation* est une *opération pragmatique* permettant à chaque concepteur de s'approprier la proposition de son (ses) collaborateur(s) en la traduisant cognitivement et/ou en lui donnant un sens sous forme de paroles, textes et/ou dessins.

Cette interprétation est principalement liée à la diversité des modalités d'échange qui sont mises en jeu. Plus les modalités sont de natures diverses, plus les interprétations prennent de sens et sont riches pour l'ensemble des acteurs, surtout quand ces derniers ont des spécialités et des expertises différentes. Ces modalités sont d'autant plus importantes qu'elles concernent les phases préliminaires du processus de conception où les idées sont encore ambiguës.

Ces interprétations nourrissent les échanges, l'argumentation et le processus de négociation. C'est pourquoi l'outil d'assistance à la conception architecturale collaborative devrait donner la possibilité aux concepteurs de s'exprimer, s'expliquer,

argumenter et négocier par différentes modalités, telles que la parole, le dessin, l'annotation, le geste, l'échange de regards, etc (cf. tableau 32).

Ainsi, par leur multimodalité, ces systèmes pourront aider des interprétations croisées et l'ajustement continu des idées.

Opérations pragmatiques de collaboration	Définition et propriétés	Applications Outil
<b>Interprétation</b>	<p>« Traduire, donner un sens, s'approprier la proposition des autres en interprétant leurs productions orales ou graphiques ».</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Active / Simple</li> <li>• Issue de réflexions</li> <li>• Faisant émerger des idées</li> <li>• Ajustement continu</li> <li>• À partir de : données attribuées / données souhaitées</li> <li>• Dénotation / Connotation</li> </ul> <p>→ Synchronisation cognitive et ajustement des réflexions</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 types:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ auto-interprétation</li> <li>➢ interprétation épistémique</li> <li>➢ interprétation active</li> </ul> </li> </ul>	<p><u>Préconisations :</u></p> <p>Donner la possibilité aux concepteurs de s'exprimer, s'expliquer, argumenter et négocier par différentes modalités, telles que la parole, le dessin, l'annotation, le geste, etc.</p> <p><u>Exemple d'application :</u></p> <p>Intégrer des systèmes donnant la possibilité à tous les acteurs d'avoir accès aux dires, dessins, documents et annotations des acteurs qui nourrissent les interprétations de chacun.</p>

**Tableau 32 : Application d'outil possible pour l'opération pragmatique d'interprétation relative à la collaboration**

✓ **Evaluation**

L'évaluation des propositions des uns et des autres produites au cours du processus de conception collaborative est une *opération pragmatique* permettant à chaque concepteur de comparer les tâches réalisées relativement à d'autres.

Chaque concepteur donne son point de vue et argumente ses choix relativement aux dires et aux dessins produits lors de la réunion. Ces points de vue peuvent concerner autant son propre travail (auto-évaluation) ou une comparaison avec une nouvelle production orale et/ou écrite présentée par un des collaborateurs (évaluation comparative) ou une réaction relative aux points de vue exprimés par les autres (évaluation mutuelle).

Pour assister la conception architecturale collaborative, il faudrait tenir compte de cette opération pragmatique d'évaluation en proposant des outils qui permettent la simulation. Cette simulation permettrait de soutenir les opérations d'évaluation mutuelle et

*d'évaluation comparative*, en offrant un nouveau point de vue sur l'objet architectural pour lequel l'outil assisterait l'évaluation.

Ces outils nourriront ainsi les évaluations possibles que pourraient avoir les concepteurs sur les propositions des uns et des autres (cf. tableau 33).

Opérations pragmatiques de collaboration	Définition et propriétés	Applications Outil
<p><b>Evaluation</b></p>	<p>« Donner son point de vue sur les propositions des autres ».</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluation des dires / dessins / productions de son collaborateur</li> <li>• Raisonnement analytique / raisonnement synthétique</li> <li>• Processus d'autorégulation</li> </ul> <p>→ Construction d'un référentiel opératif commun</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 types : <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Auto-évaluation</li> <li>➢ Evaluation mutuelle</li> <li>➢ Co-évaluation</li> </ul> </li> </ul>	<p><u>Préconisations :</u> Assister l'évaluation de la proposition du collaborateur par des outils permettant la simulation.</p> <p><u>Exemples d'application :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Intégrer un système d'interprétation de l'esquisse pour produire des évaluations et/ou des simulations</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conserver et gérer les versions du projet</li> <li>- Donner la possibilité de retour en arrière relativement à un même document</li> </ul>

**Tableau 33 : Application d'outil possible pour l'opération pragmatique d'évaluation relative à la collaboration**

Il est permis d'envisager un outil donnant la possibilité aux concepteurs de :

- Intégrer un système d'interprétation de l'esquisse pour produire des modèles 3D, des évaluations et/ou des simulations : simulation de l'ombre portée ou évaluation des surfaces ou évaluation des contraintes techniques et/ou urbanistiques ou mise en avant des différentes échelles architecturologiques mises en jeu dans le projet, etc. Ainsi les deux concepteurs peuvent partager des évaluations permises par l'outil qui nourriraient elles-mêmes leurs propres évaluations.
- Conserver et gérer les versions du projet permettant aux différents acteurs (présents ou pas au cours d'une réunion) d'évaluer la manière par laquelle le

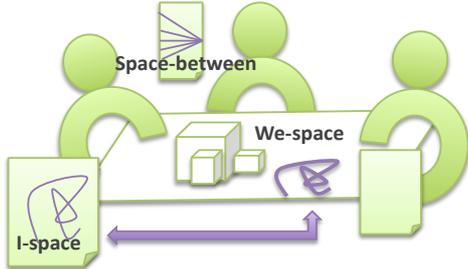
projet évolue au cours du processus de conception et pouvoir ainsi donner leur avis sur l'état d'avancement du projet.

- Donner la possibilité de retour en arrière relativement à un même document pour visualiser l'évolution de la réunion et évaluer l'ensemble des choix qui ont été actés au cours de ce processus.

✓ **Autonomisation**

L'*autonomisation* est une opération cognitive nécessaire lors de toute collaboration car elle permet au concepteur de s'isoler et de concevoir de manière autonome, tout en prenant en compte le travail des autres. Elle nourrit des réflexions personnelles et isolées et répond à des stratégies de négociation pendant lesquelles le concepteur choisit de penser isolément le projet avant d'exposer son point de vue à l'ensemble du groupe.

Cette opération est souvent marquée par 1/ un silence, ou par 2/ la prise de notes de certaines informations pertinentes, ou par 3/ des petits dessins esquissés par le concepteur sur son carnet personnel, ou aussi par 4/ une discussion privée entre deux collaborateurs se trouvant dans la réunion.

Opérations pragmatiques de collaboration	Définition et propriétés	Applications Outil
<b>Autonomisation</b>	<p>« S'isoler et concevoir de manière autonome, tout en prenant en compte le travail des autres ».</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moment de silence /Réflexions personnelles et isolées (orales/ écrites)</li> <li>• Spécifique à la collaboration</li> <li>• Continuation / Interruption de réflexions</li> </ul> <p>• 2 types :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Spontanée</li> <li>➢ Raisonnée</li> </ul>	<p><u>Préconisations :</u> Donner l'accès, pour l'ensemble des collaborateurs, à un espace commun et partagé, mais aussi à un espace individuel spécifique à chacun d'eux. Pouvoir facilement passer de l'un à l'autre.</p> <p><u>Exemple d'application :</u> Sélectionner, glisser et déplacer le dessin ou une partie du dessin de l'espace commun à l'espace individuel et réciproquement. (Exemple: Coupler un système de papier Anoto avec un autre type SDC)</p> 

**Tableau 34 : Application d'outil possible pour l'opération pragmatique d'autonomisation relative à la collaboration**

Cette opération marquant le passage d'un We-space à un I-space (ou un Space-between) implique aussi le retour à ce We-space. C'est pourquoi, en conception architecturale collaborative, cette opération ne peut être assistée qu'en prenant en compte la possibilité d'un passage entre ces trois sous-espaces qui composent l'espace de travail commun.

Il est donc important d'envisager un système qui donne la possibilité, à l'ensemble des collaborateurs, d'accéder à un espace de travail commun et partagé, mais aussi à un espace individuel.

Cet espace spécifique à chacun devrait aussi donner la possibilité de sélectionner, glisser et/ou déplacer le dessin ou une partie du dessin de l'espace individuel à l'espace commun et réciproquement (*cf.* tableau 34). Nous pouvons par exemple envisager d'ajouter des systèmes de partage d'annotations et de documents graphiques (type SDC) avec une technologie du système de stylo numérique (type ANOTO). Lorsque le concepteur réalise une esquisse individuelle pendant la réunion *via* le système ANOTO, les traces graphiques ainsi créées sont numérisées par le stylo. Le système est ainsi capable de stocker un certain nombre de traces, que, l'architecte peut à un moment de la conception décider de partager en transmettant ainsi les données au système informatique. Puis le logiciel gère l'édition des traces qui seront affichées à la suite dans l'espace de travail partagé et visible à tous les autres collaborateurs.

### ✓ Découpage

Cette *opération pragmatique de découpage* des tâches de chaque acteur participe à la structuration et l'organisation du travail du groupe suivant les besoins du projet. Ce découpage résulte généralement d'un consensus ou de prise de décisions, et est relatif aux connaissances, expériences, références des différents concepteurs. Il participe à assurer la cohérence de l'activité et à la coordination interindividuelle.

L'outil d'assistance à la conception architecturale collaborative distante devrait participer à l'organisation du travail de chacun avant, pendant et après la réunion en proposant, par exemple, un compte-rendu évolutif.

Ce compte rendu pourra prendre la forme de cases prédéfinies à remplir par les collaborateurs, en listant:

- Le nom des acteurs et rôle de chacun dans le projet (avec possibilité d'avoir des informations telles que leurs téléphones et/ou leurs e-mails) ;
- Les objectifs de la réunion (définis à partir de l'ordre du jour établi par l'organisateur de la réunion) ;
- Les noms et les tâches des acteurs présents dans la réunion ;
- Les planifications futures pour l'avancement du projet (les tâches futures à réaliser ainsi que les prochaines dates de réunion et/ou de rendu).

Ce compte-rendu pourrait être proposé lors de l'enregistrement du document, en limitant l'accès à un seul collaborateur (généralement le porteur de projet) pour la gestion des entrées (*cf.* tableau 35). En revanche, l'introduction de remarques et de commentaires provenant des autres collaborateurs et participants à la réunion pourrait être aussi envisagée à partir d'un système de Post-it.

Le compte-rendu serait envoyé automatiquement aux intéressés de la liste à la fin de la réunion.

Opérations pragmatiques de collaboration	Définition et propriétés	Applications Outil																																																												
<p style="text-align: center;"><b>Découpage du travail en groupe (Structuration)</b></p>	<p>« Structurer, organiser la tâche de chacun suivant les besoins du projet ».</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Issu d'un consensus ou de prescriptions</li> <li>• Organisation du travail de chacun relatif à :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- connaissances</li> <li>- expériences</li> <li>- Références</li> <li>- compétence</li> </ul> </li> <li>• Opération dynamique évoluant en fonction des connaissances, de l'expérience et des besoins du projet.</li> </ul> <p>➔ Assurer la cohérence de l'activité et participer à la coordination interindividuelle</p>	<p><u>Préconisations :</u> Organiser le travail de chacun avant, pendant et après la réunion en proposant un compte-rendu évolutif.</p> <p><u>Exemples d'application :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Construire un compte-rendu sous la forme de cases prédéfinies à remplir par les collaborateurs.</li> <li>- Proposer le compte-rendu lors de l'enregistrement du document.</li> <li>- Donner la possibilité aux autres collaborateurs de commenter la réunion, les tâches et les choix actés par un système de Post-it intégré et nominatif.</li> <li>- Envoyer directement le CR à l'ensemble des intéressés à l'issue de la réunion.</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>Nom du projet</b></p> <p style="text-align: right;">Phase (Date) Chef de projet (Date)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Informations générales</th> </tr> <tr> <th>Divi05</th> <th>Acteurs</th> <th>Rôles</th> <th>Mail et Tel</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 4 04 26 I</td> <td>vv</td> <td>vv</td> <td>@</td> </tr> <tr> <td>0 4 02 86 II</td> <td>vv</td> <td>vv</td> <td>@</td> </tr> <tr> <td>0 4 05 51 III</td> <td>v</td> <td>v</td> <td>@</td> </tr> <tr> <td>III</td> <td>vvv</td> <td>vvv</td> <td>@</td> </tr> </tbody> </table> <p>Informations sur la réunion</p> <p style="text-align: right;">Numéro de la réunion (Nom) Date de la réunion (Date) Organisateur de la réunion (Date) Ordre du jour (Nom)</p> <p>1 == 2 == 3 ==</p> <p style="text-align: right;">Documents (Nom)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Présents</th> <th>Tâches</th> <th>Échéances</th> <th>Remarques</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>Planification</td> <td>05/09/10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>Préparation</td> <td>18/04/10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>III</td> <td>Tâche a</td> <td>18/04/11</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Échéances futurs</th> </tr> <tr> <th>Effectue ?</th> <th>Projet ?</th> <th>Échéance avant le</th> <th>Remarques</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Qui</td> <td>Planification</td> <td>05/09/10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Qui</td> <td>Préparation</td> <td>18/04/10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Non</td> <td>Tâche a</td> <td>18/04/11</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> </div>	Informations générales				Divi05	Acteurs	Rôles	Mail et Tel	0 4 04 26 I	vv	vv	@	0 4 02 86 II	vv	vv	@	0 4 05 51 III	v	v	@	III	vvv	vvv	@	Présents	Tâches	Échéances	Remarques	I	Planification	05/09/10		II	Préparation	18/04/10		III	Tâche a	18/04/11		Échéances futurs				Effectue ?	Projet ?	Échéance avant le	Remarques	Qui	Planification	05/09/10		Qui	Préparation	18/04/10		Non	Tâche a	18/04/11	
Informations générales																																																														
Divi05	Acteurs	Rôles	Mail et Tel																																																											
0 4 04 26 I	vv	vv	@																																																											
0 4 02 86 II	vv	vv	@																																																											
0 4 05 51 III	v	v	@																																																											
III	vvv	vvv	@																																																											
Présents	Tâches	Échéances	Remarques																																																											
I	Planification	05/09/10																																																												
II	Préparation	18/04/10																																																												
III	Tâche a	18/04/11																																																												
Échéances futurs																																																														
Effectue ?	Projet ?	Échéance avant le	Remarques																																																											
Qui	Planification	05/09/10																																																												
Qui	Préparation	18/04/10																																																												
Non	Tâche a	18/04/11																																																												

**Tableau 35 : Application d'outil possible pour l'opération pragmatique de découpage relative à la collaboration**

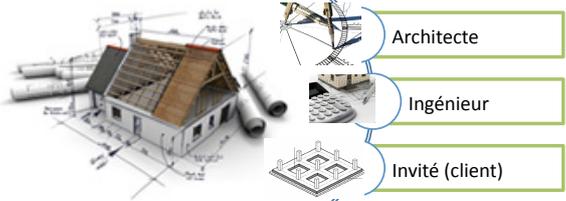
✓ **Construction de règles de travail à plusieurs**

L'opération pragmatique de collaboration est celle par laquelle les concepteurs énoncent des règles pour gérer le travail à plusieurs. Ces règles sont une manière pour le groupe de se coordonner et s'organiser. Elles sont issues d'un consensus commun et participent à la construction de normes définies collectivement. Elles n'en demeurent pas moins évolutives et non figées et visent la construction d'une conscience mutuelle du groupe de travail.

L'outil d'assistance à la conception architecturale collaborative distante devrait assurer une flexibilité permettant aux concepteurs de construire leurs propres règles communes de travail à plusieurs.

Cette flexibilité pourrait être permise par une personnalisation de l'interface et ceci de différentes manières (cf. tableau 36) :

- 1/ Choix de langue ;
- 2/ Adaptation de l'interface par métier (selon que l'utilisateur est architecte / ingénieur ou invité) en revoyant par exemple le nombre de fonctionnalités et/ou en rajoutant d'autres fonctionnalités.
- 3/ Création d'un certain nombre de paramétrages pour chaque fonctionnalité offerte par l'outil : par exemple interdire ou permettre le tracé simultané, donner une couleur par utilisateur, nommer chaque stylo utilisé, etc.)

Opérations pragmatiques de collaboration	Définition et propriétés	Applications Outil
<p><b>Construction de règles de travail en commun (Normalisation)</b></p>	<p>« <i>Enoncer des règles pour gérer le travail à plusieurs: une manière pour coordonner le groupe</i> ».</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consensus commun</li> <li>• Règles prédéfinies collectivement</li> <li>• Règles évolutives et non figées</li> <li>• Consensus et entente mutuelle</li> <li>• Création de normes</li> <li>• organisation du groupe et coordination</li> </ul> <p>Viser la construction d'une conscience mutuelle de groupe</p>	<p><u>Préconisations :</u></p> <p>Assurer un outil suffisamment flexible pour permettre aux concepteurs de construire leurs règles communes de travail à plusieurs.</p> <p><u>Exemples d'application :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Personnalisation de l'interface, choix de langue</li> <li>- Adaptation de l'interface par métier (architecte / ingénieur / invité) :</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Paramétrage des fonctionnalités offertes par l'outil :</li> </ul> 

**Tableau 36 : Application d'outil possible pour l'opération pragmatique de construction de règles de travail à plusieurs**

### ✓ Référenciation

L'opération pragmatique de collaboration implique le fait que des concepteurs peuvent se référer à un autre groupe, méthode ou procédure de travail pour proposer leur manière de travailler ensemble. La référenciation inclut ici de possibles mécanismes d'analogie pour construire des stratégies de travail à plusieurs relatives aux pertinences propres aux concepteurs.

L'outil d'assistance à la conception architecturale collaborative distante devrait ainsi permettre cette référenciation en mémorisant, par exemple, des profils de réunion (cf. tableau 37). Cette mémorisation donnera la possibilité aux concepteurs de se référer à

d'autres réunions, et de retrouver rapidement des méthodes et/ou procédures mises en place pour d'autres réunions.

Elle pourrait être assurée par la création de thématiques de réunion avec accès à un historique ou par la définition d'une liste prédéfinies de configurations donnant accès à :

- des thèmes de réunion par matière,
- des thèmes de réunion par type d'acteurs,
- des typologies de présentation de réunions (avec ou non un compte-rendu, différentes typologies de documents et/ou un logos, etc.).

Opérations pragmatiques de collaboration	Définition et propriétés	Applications Outil
<p><b>Référenciation à un autre travail en groupe</b></p>	<p>« Se référer à un autre groupe de travail pour proposer une manière de travailler ensemble ».</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Raisonement par analogie pour des stratégies de travail à plusieurs</li> <li>• Se rattacher à des pertinences propres au(x) concepteur(s)</li> <li>• Se référer à des connaissances externes au contexte du projet liées à l'organisation du groupe :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- se référer à un autre groupe de travail</li> <li>- se référer à une réunion précédente entre les deux concepteurs</li> </ul> </li> </ul>	<p><u>Préconisations :</u> Mémoriser des profils de réunion et permettre de les retrouver.</p> <p><u>Exemple d'application :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Créer des options pour la configuration de l'outil:</li> </ul> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>1 • Ouverture de fichier</p> <p>2 • Voulez-vous ouvrir la dernière configuration utilisée pour le projet ? <span style="float: right;">Ne plus afficher OK X</span></p> <p>3 • Voulez-vous configurer vos paramètres d'utilisation ? <span style="float: right;">Ne plus afficher OK X</span></p> <p>4 • Configurer le document</p> </div> 

**Tableau 37 : Application d'outil possible pour l'opération pragmatique de référenciation relative à la collaboration**

✓ **Mise en commun**

L'opération de *mise en commun* permet aux concepteurs de construire un *référentiel opératif commun* nécessaire à toute collaboration. Elle participe à la définition, confirmation et/ou précision des informations importantes qui concernent le projet de conception. Ces informations peuvent autant prendre la forme de questions ou d'affirmations que de représentations graphiques (prédéfinies ou spontanées). La *mise en commun* diminuerait les écarts entre le I-Space et le We-Space en créant une dynamique entre l'espace de travail personnel et celui partagé.

L'outil d'assistance à la conception architecturale collaborative distante devrait alors permettre et soutenir la construction de références communes construites au cours du projet et les rendre aisément consultables par les différents protagonistes du projet.

Pour ce faire, nous proposons la mise en place d'une bibliothèque par projet qui contiendrait des liens vers des documents réglementaires ou autres références sous forme de dessins ou de textes (cf. tableau 38). Ces documents seront mémorisés par projet et automatiquement réinsérés lors de la création d'un nouveau document dans le projet.

Il sera possible pour les concepteurs d'insérer des icônes sur le document de travail commun donnant ainsi la possibilité d'accéder à ces références sans perturber le dessin partagé.

Opérations pragmatiques de collaboration	Définition et propriétés	Applications Outil
<p style="text-align: center;"><b>Mise en commun</b> (Construction d'un référentiel commun)</p>	<p>« Définir, confirmer et/ou préciser des informations importantes pour assurer la collaboration entre les concepteurs à propos du contexte du projet et/ou du mode d'utilisation de l'outil ».</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spécifique à la collaboration</li> <li>• Questions /Affirmations – infirmations / Représentations – annotations graphiques (conventionnelles / spontanées)</li> <li>• Mise en jeu: Implicite / explicite</li> <li>• Dynamique entre espace de travail personnel / espace de travail partagé</li> <li>• Diminution des écarts entre <i>I-Space</i> et <i>We-Space</i></li> </ul> <p>→ Synchronisation cognitive et construction de référentiel opératif commun</p>	<p><u>Préconisations :</u> Construire des connaissances communes en faisant appel à des références construites au cours du projet et aisément consultables par les différents protagonistes du projet.</p> <p><u>Exemple d'application :</u> Partager des références qui sont mémorisées par projet et automatiquement réinsérées lors de la création d'un nouveau document dans le projet :</p> 

Tableau 38 : Application d'outil possible pour l'opération pragmatique de mise en commun relative à la collaboration

### ✓ Prise de décision

Même si elle est issue d'un consensus et qu'elle permet la remise en cause, cette opération pragmatique de collaboration marque l'arrêt d'une mesure et le passage d'un choix à un autre et/ou d'une direction à une autre concernant le projet.

Ces choix et directions actés par les concepteurs répondent à un processus de négociation permettant de dépasser des blocages et des conflits. Cette opération peut prendre la forme d'une prise de décision argumentée, d'une prise de décision spontanée

ou d'une prescription lorsque celle-ci répond à un lien de subordination entre les concepteurs.

L'outil d'assistance à la conception architecturale collaborative distante devrait gérer ces consensus en actant par un système de capture d'écran des moments où des choix sont arrêtés. Cette fonctionnalité permettra ainsi de construire un historique pour le projet, nécessaire à toute activité de groupe.

Il s'agit plus exactement de marquer les principales décisions prises au cours du processus de conception (lors de la réunion) afin d'avoir la possibilité d'accéder à un historique définissant les principales étapes de l'évolution de la réunion (cf. tableau 39). Ainsi tout acteur, ayant assisté ou non au projet, peut avoir accès aux choix qui ont été arrêtés à partir d'images et/ou de commentaires (en complément du compte-rendu présenté dans le *découpage : opération pragmatique de collaboration*).

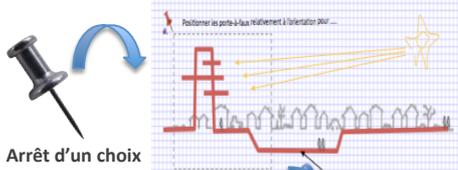
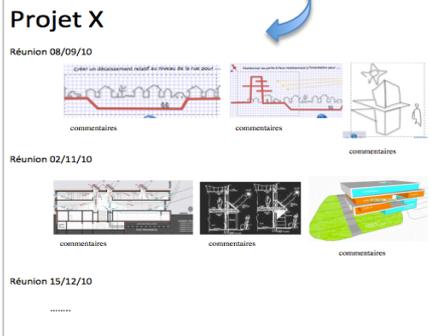
Opérations pragmatiques de collaboration	Définition et propriétés	Applications Outil
<p><b>Prise de décision (prescription)</b></p>	<p>« Décider ensemble et/ou imposer à l'autre des directions et/ou des choix qui concernent le projet ».</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arrêt de choix et/ou des mesures du projet</li> <li>• Pouvant être causé par un lien de subordination</li> <li>• Processus de négociation et d'évaluation</li> <li>• Dépasser des blocages et des conflits</li> <li>• Marquer l'arrêt d'un choix</li> <li>• Réciprocité et consensus</li> </ul> <p>• 3 types:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Prise de décision argumentée</li> <li>➢ Prise de décision spontanée</li> <li>➢ Prescription</li> </ul>	<p><u>Préconisations :</u> Utiliser les moments où des choix sont arrêtés pour construire un historique projet.</p> <p><u>Exemple d'application :</u> Marquer les principaux choix actés pour avoir la possibilité d'accéder à un historique définissant les principales étapes de l'évolution de la réunion.</p>  <p>Arrêt d'un choix</p> <p>Capture-écran du choix + Possibilité d'ajout de commentaires</p>  <p>Projet X</p> <p>Réunion 08/09/10 Créer un établissement relatif au niveau de la rue pour ... commentaires</p> <p>Réunion 02/11/10 commentaires</p> <p>Réunion 15/12/10 .....</p> <p>Construction automatisée d'un document avec la liste des différents choix actés dans le temps</p>

Tableau 39 : Application d'outil possible pour l'opération pragmatique de prise de décision relative à la collaboration

6.2.1.2 / Les opérations pragmatiques d'usage de l'outil

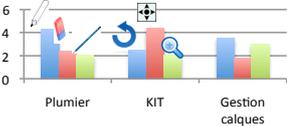
✓ Evaluation

Par cette *opération pragmatique d'évaluation* des fonctionnalités de l'outil, les concepteurs donnent leurs points de vue quant au choix de l'outil, sa pertinence et/ou son mode de fonctionnement.

L'outil d'assistance à la conception architecturale collaborative distante devrait gérer et permettre l'évaluation des fonctionnalités numériques en proposant une interface adéquate à l'utilisateur selon ses propres besoins.

Ces évaluations peuvent concerner, par exemple, la couleur la plus utilisée, les fonctionnalités les plus récurrentes, les transformations de calque les plus employées, la manière la plus efficace de dessiner un trait, le point de vue le plus utilisé, *etc.*

Ainsi, pour personnaliser l'interface, il est possible d'imaginer un système pour l'évaluation des fonctionnalités numériques. Ce système peut prendre trois formes plus ou moins automatisées :

Opérations pragmatiques d'usage de l'outil	Définition et propriétés	Applications Outil
<p><b>Evaluation de l'usage de l'outil</b></p>	<p>« Donner son point de vue sur les propositions des autres lors de la conception ».</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Raisonnement analytique / raisonnement synthétique</li> <li>• Pour une prise en main croisée de l'outil</li> </ul> <p>2 types :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluation spontanée</li> <li>• Evaluation argumentée</li> </ul>	<p><u>Préconisations :</u> Proposer une interface adéquate à l'utilisateur selon ses propres besoins.</p> <p><u>Exemples d'application :</u> Gérer l'interface pour la rendre personnalisée :</p> <p>1/ manuellement avec un système d'identification;</p>  <p>2/ automatiquement par un système capable de comptabiliser la fréquence d'utilisation de chaque fonction offerte par l'outil :</p>  <p>3/ par un système semi-automatique de notification :</p> 

**Tableau 40 : Application d'outil possible pour l'opération pragmatique d'évaluation relative à l'usage de l'outil**

1/ Manuellement, avec un système d'identification (*cf.* tableau 40, 1): ici, le concepteur, peut, à l'ouverture d'un nouveau document de travail, changer le mode d'organisation de l'interface, rendre visible les fonctionnalités récurrentes et cachées, celles qu'il n'utilise que très rarement. Ensuite il pourra enregistrer ces paramétrages en donnant son nom, ou en précisant son rôle ou son expertise quant à l'usage de l'outil.

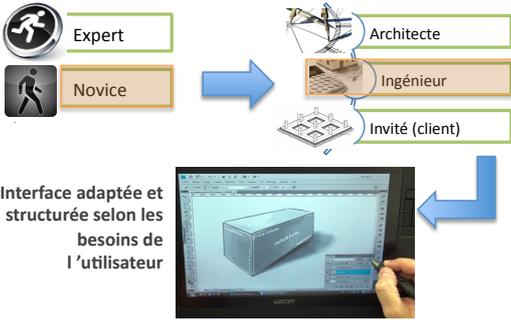
2/ Automatiquement, par un système capable de comptabiliser la fréquence d'utilisation de chaque fonction offerte par l'outil (*cf.* tableau 40, 2): le système est

capable, par un logiciel de calcul statistique, d'estimer les possibilités offertes par l'outil les plus utilisées. Ainsi, à l'ouverture d'un nouveau document, seules les fonctionnalités récurrentes apparaîtront sur l'interface d'utilisation.

3/ par un système de notation semi-automatique, donnant la possibilité à l'utilisateur d'affecter lui-même une note (sur 5 par exemple) pour chaque fonctionnalité offerte par l'outil (cf. tableau 40, 3) : les fonctionnalités qui auront moins de 3 étoiles sur 5 n'apparaîtront plus sur l'interface, celles qui auront plus de 3 apparaîtront dès l'ouverture de chaque nouveau document jusqu'à ce que le concepteur décide de changer ces affectations et ces notations.

### ✓ Découpage

Par l'opération pragmatique de découpage relative à l'usage de l'outil, les concepteurs structurent et planifient les tâches de chacun, selon leurs connaissances et/ou leurs expériences de l'outil. Cette opération évolue relativement aux modes d'usage de l'outil, aux motivations des concepteurs à l'utiliser et à ses effets sur l'organisation du travail. Elle dépend entre autres de leur appropriation de l'outil (relation de co-évolution avec l'opération pragmatique d'appropriation de l'outil).

Opérations pragmatiques d'usage de l'outil	Définition et propriétés	Applications Outil
<p><b>Découpage de l'usage de l'outil (Structuration)</b></p>	<p>« Découper, structurer, planifier les tâches de chacun selon leurs connaissances et/ou leurs expériences de l'outil ».</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Évolutif et non figé</li> <li>• Construction d'une dynamique entre des parties et un tout</li> <li>• Selon besoins, expériences et des expertises et appropriation de l'outil par les utilisateurs</li> </ul> <p>→ Construction d'une dynamique sociale</p> <p>• Relatif aux :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ modes d'usage et d'appropriations de l'outil</li> <li>➢ motivations des concepteurs à l'utiliser</li> <li>➢ effets sur l'organisation du travail</li> </ul>	<p><u>Préconisations :</u></p> <p>Structurer l'outil selon l'expertise des utilisateurs et leur niveau de maîtrise de ses fonctionnalités .</p> <p><u>Exemples d'application :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proposer deux niveaux d'utilisation de l'outil : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Expert</li> <li>- Novice</li> </ul> </li> <li>• Proposer des interfaces adaptées à différentes typologies d'expertise</li> </ul>  <p>Interface adaptée et structurée selon les besoins de l'utilisateur</p>

**Tableau 41 : Application d'outil possible pour l'opération pragmatique de découpage relative à l'usage de l'outil**

L'outil d'assistance à la conception architecturale collaborative distante devrait donner la possibilité aux utilisateurs de structurer leur interface selon leur expertise et leur niveau de maîtrise de ces fonctionnalités. En créant par exemple deux niveaux d'utilisation de l'outil (Expert / Novice), l'appropriation par ses utilisateurs serait facilitée (cf. tableau 41).

### ✓ Construction de règles d'usage d'outil

Par cette *opération pragmatique d'usage de l'outil*, les concepteurs énoncent des règles pour gérer son utilisation et la manière par laquelle se réapproprier ses fonctionnalités. Elle répond à un consensus commun et à un ensemble de règles évolutives, non figées, prédéfinies collectivement

Cette opération pourrait être supportée en personnalisant l'interface (*cf.* opérations pragmatiques d'usage de l'outil : d'évaluation et de découpage) et en gardant une flexibilité quant à son utilisation (*cf.* tableau 42).

Opérations pragmatiques d'usage de l'outil	Définition et propriétés	Applications Outil
<p><b>Construction de règles d'usage de l'outil</b> (Normalisation)</p>	<p>« <i>Enoncer des règles pour gérer l'utilisation de l'outil: une manière pour coordonner le groupe</i> ».</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consensus commun</li> <li>• Règles évolutives et non figées</li> <li>• Ecart entre procédures et méthodes d'appropriation de l'outil: entre logique de l'outil et logique d'appropriation</li> </ul>	<p><u>Préconisations :</u> Personnaliser l'interface.</p> <p><u>Exemples d'application :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Garder une flexibilité dans l'utilisation de l'outil et ne pas le charger de procédures d'utilisation.</li> <li>• Ne pas charger l'interface afin de garder une utilisation simple et intuitive de l'outil autant que possible.</li> <li>• Intégrer le même système proposé dans évaluation.</li> </ul>  <p>Exemple: système de notation</p> <p><i>Cf. Perspectives pour opération pragmatique d'usage d'outil: Evaluation</i></p>

**Tableau 42 : Applications d'outil possibles pour l'opération pragmatique de construction de règles d'utilisation de l'outil**

Pour ce faire, il est important de ne pas charger l'outil de procédures d'utilisation et de ne pas encombrer l'interface de fonctionnalités afin de garder autant que possible une utilisation simple et intuitive de l'outil.

### ✓ Dimensionnement

Par cette opération pragmatique d'usage de l'outil, les concepteurs dimensionnent leur espace de travail commun relativement à ce qui est à montrer. Ils peuvent ainsi changer à tout moment de point de vue et évaluer différentes représentations.

Tout outil dont l'objet est d'assister et/ou d'outiller la conception architecturale collaborative devrait pouvoir permettre aux concepteurs d'avoir accès et/ou de conférer des dimensions à leur représentation graphique partagée. Il est donc indispensable d'intégrer une échelle graphique à l'outil ou un système qui puisse donner des mesures.

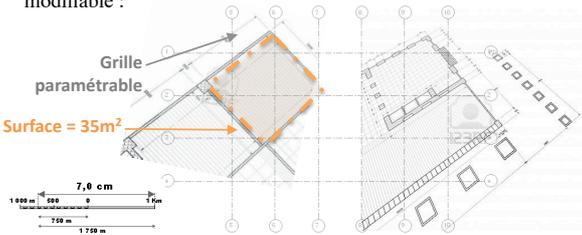
Pour ce faire, il est possible de mettre à disposition des utilisateurs un quadrillage paramétrable et modifiable, lui donnant ainsi un repère de mesure. Ce repère pourrait

être assuré soit à partir d'une échelle graphique préalablement définie dans l'image importée, soit à partir de données vectorielles (cf. tableau 43).

Par des fonctions types Zoom et homothétie, les concepteurs pourraient aussi ajuster une image relativement à un quadrillage qu'ils auraient définis dès le début de la réunion.

Par une calculatrice insérée dans l'interface de l'outil, les concepteurs auraient la possibilité de réaliser rapidement des calculs de surface.

Enfin, par un système de polyline, ils créeraient des surfaces mesurables et consultables par tous les utilisateurs.

Opérations pragmatiques d'usage de l'outil	Définition et propriétés	Applications Outil
<p><b>Dimensionnement</b></p>	<p>« Dimensionner ou redimensionner l'espace de travail relativement à ce qui est à montrer ».</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Changement permanent de points de vue</li> <li>• Evaluation des différentes représentations</li> </ul>	<p><u>Préconisations :</u> Intégrer une échelle graphique à l'outil ou un système qui puisse donner des mesures.</p> <p><u>Exemples d'application :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mettre à disposition des utilisateurs un quadrillage paramétrable et modifiable :</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesurer une image et ajuster le quadrillage et/ou le projet.</li> <li>- Permettre au concepteur de réaliser rapidement des calculs de surfaces.</li> <li>- Créer une surface mesurable et consultable par l'utilisateur.</li> </ul>

**Tableau 43 : Applications d'outil possibles pour l'opération pragmatique de dimensionnement relative à l'usage de l'outil**

### ✓ Référenciation

Cette opération pragmatique est associée au fait que les concepteurs se réfèrent à d'autres outils pour pouvoir utiliser celui qu'ils ont choisi.

Par des mécanismes d'analogie, il est possible de faciliter cette *référenciation* à d'autres outils par un système d'« Aide intelligent », qui permettrait de : (cf. tableau 44).

- Définir des thématiques pouvant faire référence à des outils similaires. Ces thématiques pourraient se faire selon l'expertise du concepteur, par exemple s'il est architecte, ingénieur ou simple utilisateur ;
- Créer un système qui permettrait à l'outil de reconnaître l'ensemble des assistances possibles utilisées par le concepteur. Il pourrait par exemple reconnaître,

de manière automatique, l'ensemble des logiciels installés dans le PC de l'utilisateur pouvant faire office de références pour illustrer l'usage et les fonctionnalités offertes par l'outil.

- Paramétrer l'application selon un type de profil : je suis expert, je suis architecte, j'utilise un mac, etc.
- Envisager une sorte d'ontologie pour un Web sémantique aidant à faire appel à des références multiples.

Par exemple, si l'utilisateur n'est pas expert et n'a pas l'habitude d'utiliser des outils spécifiques au domaine de l'architecture, lorsqu'il demandera à l'outil comment utiliser la fonction rotation, le système « d'aide intelligent » le renverrait dans un premier lieu à un texte expliquant la manière d'utiliser la fonction « rotation ». Puis le système « d'aide intelligent » proposera un exemple du type : « à utiliser comme dans la fonction rotation de votre i-phone ». Si l'utilisateur est expert et architecte par exemple, le système « d'aide intelligent » proposera alors un autre exemple du type : « à utiliser comme dans la fonction rotation de votre logiciel Sketch up », parce que le système a déjà détecté le logiciel Sketch up, installé sur l'ordinateur de l'utilisateur.

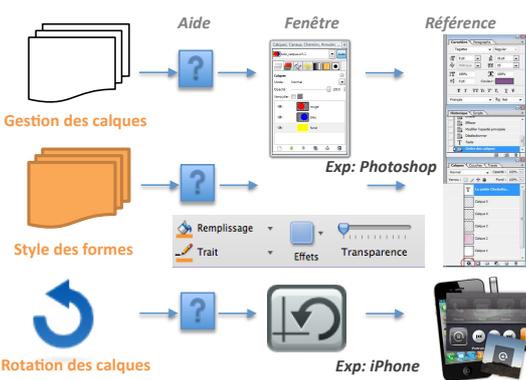
Opérations pragmatiques d'usage de l'outil	Définition et propriétés	Applications Outil
<p style="text-align: center;"><b>Référenciation à l'usage d'un autre outil</b></p>	<p>« Se référer à un autre outil pour pouvoir l'utiliser ».</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibles mécanismes d'analogie</li> <li>• Se rattacher à des pertinences propres au(x) concepteur(s)</li> </ul> <p>Construction de stratégies d'utilisation de l'outil seul ou à plusieurs</p>	<p><u>Préconisations :</u> Faciliter la référencement à d'autres outils par un système d'« Aide intelligent ».</p> <p><u>Exemples d'application :</u> Créer une icône Aide permettant de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définir des thématiques pouvant faire référence à des outils similaires;</li> <li>- Créer un système permettant de reconnaître l'ensemble des assistances possibles utilisées par le concepteur;</li> <li>- Paramétrer l'application et envisager une sorte d'ontologie vers un Web sémantique.</li> </ul> 

Tableau 44 : Applications d'outil possibles pour l'opération pragmatique de référencement relative à l'usage de l'outil

✓ **Appropriation**

Par cette opération pragmatique d'usage de l'outil, les concepteurs s'approprient l'outil en interprétant son fonctionnement et son mode d'utilisation pour la modélisation de l'espace architectural et/ou sa simulation et/ou sa communication.

Cette appropriation est issue de différentes réflexions propres aux concepteurs et en fait émerger d'autres idées et réflexions.

Elle dépend essentiellement du degré de conformité à ses fonctionnalités de base, du degré d'interaction et de la hiérarchisation des possibilités qui sont offertes par l'outil.

Pour permettre la mise en jeu de cette opération, l'outil d'assistance à la conception architecturale collaborative distante devrait garder une certaine flexibilité. Celle-ci pourrait être assurée par l'ergonomie de l'outil et par la capacité qu'ont les concepteurs à détourner l'outil (cf. tableau 45).

Opérations pragmatiques d'usage de l'outil	Définition et propriétés	Applications Outil
<p><b>Appropriation</b></p>	<p>« S'approprier l'outil en interprétant son fonctionnement et son mode d'utilisation pour la modélisation de l'espace architectural et/ou sa simulation et/ou sa communication ».</p> <p>• Op. dépend de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Degré d'appropriation</li> <li>➤ Degré de conformité</li> <li>➤ Degré d'interaction</li> <li>➤ Hiérarchisation des fonctions</li> </ul>	<p><u>Préconisations :</u></p> <p>Flexibilité de l'outil : assurer l'ergonomie de l'outil + la capacité de détournement de l'outil.</p> <p><u>Exemples d'application :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Possibilité d'une fonctionnalité intelligente d'aide, existante dans l'interface;</li> <li>- Configuration au préalable de l'Aide selon chaque expertise et ses références</li> </ul> <p style="text-align: right;"><i>Cf. Perspectives pour opération pragmatique d'usage d'outil: Référenciation</i></p>

**Tableau 45 : Applications d'outil possibles pour l'opération pragmatique d'appropriation relative à l'usage de l'outil**

Il est possible d'offrir aux concepteurs un système d'aide intelligent pouvant assister l'utilisateur dans ses démarches et son appropriation de l'outil (cf. opération pragmatique d'usage de l'outil : *référenciation*).

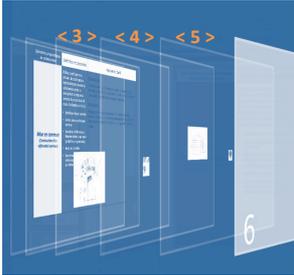
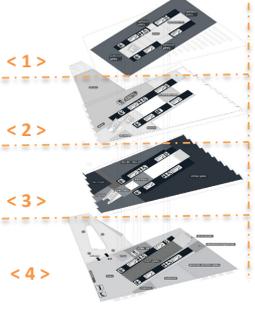
### ✓ Positionnement

Par cette opération pragmatique d'usage de l'outil, les concepteurs positionnent l'interface de l'outil relativement à d'autres interfaces pour pouvoir travailler ensemble sur le projet.

L'outil d'assistance à la conception architecturale collaborative distante devrait donc donner la possibilité, aux concepteurs, de positionner l'espace de travail partagé ainsi que l'interface relativement au besoin de l'utilisateur.

Les collaborateurs doivent pouvoir par exemple déplacer l'ensemble des calques qu'ils ont créés de manière à tous les visualiser ensemble. Les concepteurs doivent pouvoir

aussi positionner, sans difficulté et sans charger l'interface, un calque avant l'autre, en arrière plan ou en avant plan, etc. comme proposé dans les logiciels de Power point, par exemple (cf. tableau 46).

Opérations pragmatiques d'usage de l'outil	Définition et propriétés	Applications Outil
<b>Positionnement</b>	« Positionner l'interface de l'outil relativement à d'autres interfaces »	<p><u>Préconisations :</u> Possibilité de positionner l'espace de travail partagé relativement au besoin de l'utilisateur.</p> <p><u>Exemples d'application :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pouvoir déplacer les calques de manière à visualiser tous les calques ensemble.</li> </ul> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;">  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Positionner un calque avant l'autre / en arrière plan / etc.</li> </ul> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pouvoir positionner l'interface de manière à pouvoir visualiser une autre et/ou à l'utiliser</li> </ul>

**Tableau 46 : Applications d'outil possibles pour l'opération pragmatique de positionnement relative à l'usage de l'outil**

### ✓ Orientation

Par cette *opération pragmatique d'usage de l'outil*, les concepteurs orientent l'interface de l'outil selon leurs besoins ou ceux du projet rattachés à des pertinences qui leur sont propres.

L'outil d'assistance à la conception architecturale collaborative distante devrait donner la possibilité d'orienter l'espace de travail partagé (l'interface) relativement au besoin de l'utilisateur.

Les collaborateurs doivent pouvoir, par consensus, inverser l'affichage ou proposer une ou plusieurs orientations qui pourraient être visible(s) par le (ou les) autre (s) concepteur(s) dans une même interface partagée (cf. tableau 47).

Opérations pragmatiques d'usage de l'outil	Définition et propriétés	Applications Outil
<b>Orientation</b>	<p>« Orienter l'interface de l'outil selon les besoins du projet et/ou du concepteur ».</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rattachée à des pertinences propres au(x) concepteur(s)</li> <li>• Impacts sur la représentation mentale de la situation.</li> </ul>	<p><u>Préconisations :</u> Possibilité d'orienter l'espace de travail partagé (l'interface) relativement au besoin de l'utilisateur.</p> <p><u>Exemples d'application :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pouvoir inverser l'affichage</li> <li>- Proposer une ou plusieurs orientations qui pourraient être visible(s) par le (ou les) concepteur(s).</li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div>

Tableau 47 : Applications d'outil possibles pour l'opération pragmatique d'orientation relative à l'usage de l'outil

### 6.2.1.3 / Les opérations élémentaires de conception

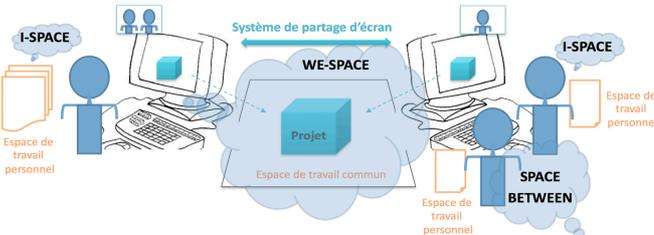
#### ✓ Découpage

Par cette *opération élémentaire de conception*, les différents collaborateurs découpent le projet en entités à mesurer. Ce découpage peut être physique, relatif à différents points de vue.

L'outil d'assistance à la conception architecturale collaborative distante devrait permettre le partage de cette *opération élémentaire de conception* en donnant la possibilité aux concepteurs de produire une trace graphique de manière synchrone et en temps réel sur deux dessins différents.

Dans ce cadre, la distance favorise le découpage partagé puisqu'il y a deux environnements de travail pour une même interface partagée (tel que montré à partir des observations et analyses issues de nos expérimentations).

Les systèmes de partage d'écran et d'annotations ou les systèmes de connexion à des ordinateurs à distance avec possibilité de prise en main sur l'ordinateur du collaborateur (Team Viewer, Webex) sont autant de systèmes à exploiter pour permettre ce partage de l'*opération élémentaire de conception* (cf. tableau 48).

Opérations élémentaires de conception	Définition et propriétés	Applications Outil
Découpage	<p>« Découper le projet en entités à mesurer ».</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Découpage physique</li> <li>• Découpage relatif à des points de vue</li> <li>• Découpage partagé/ découpage commun</li> </ul>	<p><u>Préconisations :</u>  <i>Découpage partagé</i>  <u>Exemple d'application :</u>                      - Permettre la production d'une trace graphique de manière synchrone et en temps réel sur deux dessins par :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Système de partage d'écran et d'annotations</li> </ul> <p>• Système de connexion à des ordinateurs à distance avec possibilité de prise en main sur l'ordinateur du collaborateur</p> 

**Tableau 48 : Applications d'outil possibles pour l'opération élémentaire de découpage**

Par exemple, si à partir d'un même document de travail, deux concepteurs peuvent simultanément travailler et esquisser deux points de vue différents du projet (un perspective, l'autre axonométrie), ils partagent ainsi *l'opération élémentaire de découpage*.

✓ **Référenciation**

Par cette *opération élémentaire de conception*, les collaborateurs se réfèrent à différents espaces de référence pour la conception du projet architectural. Dès lors où une référence est exprimée oralement, elle peut être partagée.

L'outil d'assistance à la conception architecturale collaborative distante devrait permettre cette *référenciation partagée* en facilitant la construction et l'accès à des références communes (telles que présentées comme applications possibles pour supporter *l'opération pragmatique de collaboration: Mise en commun*).

Opérations élémentaires de conception	Définition et propriétés	Applications Outil
Référenciation	<p>« Se référer à des espaces de référence dans la conception architecturale ».</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se référer à son propre espace de référence</li> <li>• se référer à une solution introduite par l'autre collaborateur</li> <li>• Dès lors où une référence est exprimée oralement, elle devient partagée</li> </ul>	<p><u>Préconisations :</u>  <i>Référenciation (graphique) partagée</i></p> <p><u>Exemples d'application :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Faciliter la construction et l'accès à des référentiels communs</li> </ul> <p style="text-align: center;"><i>Cf. Perspectives pour opération pragmatique de collaboration: Mise en commun</i></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Assurer la traçabilité des choix et leur historique</li> </ul> <p style="text-align: center;"><i>Cf. Perspectives pour opération pragmatique de collaboration: Prescription</i></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Partager des captures-écran instantanées</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mémoriser les traces qu'il est possible de réinsérer par la suite dans un autre dessin.</li> </ul>

**Tableau 49 : Applications d'outil possibles pour l'opération élémentaire de référencement**

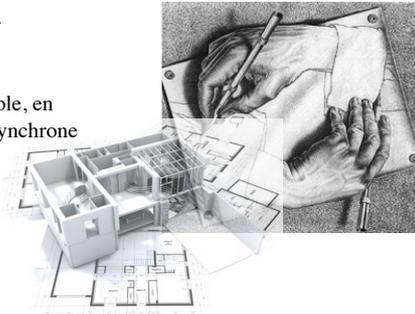
1/ Assurer la traçabilité des choix et leur historique (tels que présentés comme applications possibles pour supporter *l'opération pragmatique de collaboration: Prise de décision*), 2/ partager des captures-écran instantanées et 3/ mémoriser les traces qu'il est possible de réinsérer par la suite dans un autre dessin, sont autant de solutions à réutiliser pour assister la conception architecturale collaborative (*cf. tableau 49*).

✓ **Dimensionnement**

Par cette *opération élémentaire de conception*, les collaborateurs lient le mesurable à ce qui lui donne sa mesure et choisissent la façon appropriée suivant laquelle il la lui donne. Cette opération participe à la définition des mesures du projet selon des références et des pertinences relatives au concepteur.

L'outil d'assistance à la conception architecturale collaborative distante devrait permettre le dimensionnement partagé. Il faudrait que les concepteurs puissent annoter ensemble, en temps réel et de manière synchrone, sur un même dessin (*cf. tableau 50*).

La parfaite synchronie pour le partage de trace graphique et d'annotations favorise en effet le partage des *opérations élémentaires de dimensionnement* (tel que démontré dans nos analyses et résultats d'expérimentations).

<i>Opérations élémentaires de conception</i>	Définition et propriétés	Applications Outil
<b>Dimensionnement</b>	<p>« Lier le mesurable à ce qui lui donne sa mesure et choisir la façon appropriée suivant laquelle il la lui donne ».</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Définition des mesures du projet selon des références et des pertinences relatives au concepteur</li> </ul>	<p><u>Préconisations :</u>  <i>Dimensionnement partagé</i></p> <p><u>Exemple d'application :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pouvoir annoter ensemble, en temps réel et de manière synchrone sur un même dessin.</li> </ul>  <p>Par exemple : l'un intervient sur une coupe, l'autre sur un plan et la perspective partagée par les deux concepteurs se modifie automatiquement.</p>

**Tableau 50 : Applications d'outil possibles pour l'opération élémentaire de dimensionnement**

### ✓ Orientation

Par cette opération élémentaire de conception, les collaborateurs orientent le projet relativement à son terrain, au contexte social, urbanistique et géographique dans lequel il se situe.

L'outil d'assistance à la *conception architecturale collaborative* distante devrait permettre cette orientation partagée, en donnant la possibilité d'orienter à deux mains le projet. Il est possible d'utiliser des systèmes de partage synchrone d'annotations pour supporter le partage de cette opération. Mais nous pourrions aussi envisager des systèmes qui offriront une interface donnant accès à différents points de vue du projet. Par exemple, un point de vue du projet expose un plan et l'autre des systèmes de simulation thermique et énergétique synchrone, ou même des outils de simulation de l'éclairage synchrone, *etc.* (cf. tableau 51). Il est ainsi possible pour l'un des deux collaborateurs de manipuler le plan en rajoutant une ouverture, par exemple, pendant que l'autre réoriente le projet par les outils de simulation de l'éclairage

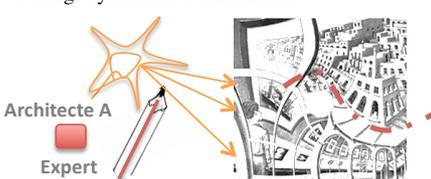
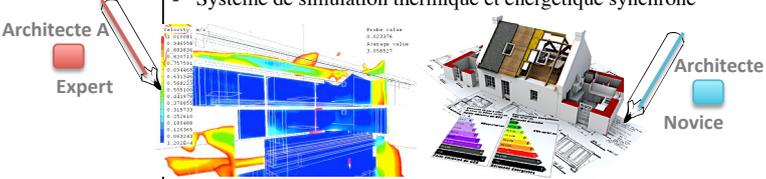
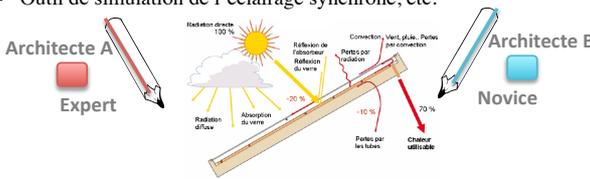
Opérations élémentaires de conception	Définition et propriétés	Applications Outil
Orientation	<p>Orienter le projet</p>	<p><u>Préconisations :</u>  <i>Orientation partagée</i></p> <p><u>Exemple d'application :</u>                      Orienter à deux mains le projet à partir de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Partage synchrone d'annotations</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Système de simulation thermique et énergétique synchrone</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Outil de simulation de l'éclairage synchrone, etc.</li> </ul> 

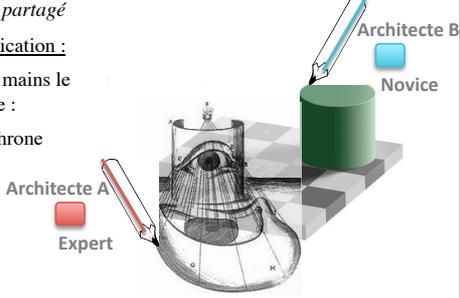
Tableau 51 : Applications d'outil possibles pour l'opération élémentaire d'orientation

✓ **Positionnement**

Par cette *opération élémentaire de conception*, les collaborateurs orientent le projet relativement à son terrain, au contexte social, urbanistique et géographique dans lequel il se situe.

L'outil d'assistance à la conception architecturale collaborative distante devrait permettre ce positionnement partagé en permettant de positionner le projet à deux mains (par exemple en permettant de dessiner à deux mains un même projet et une même esquisse architecturale permet le partage de cette *opération élémentaire de conception*).

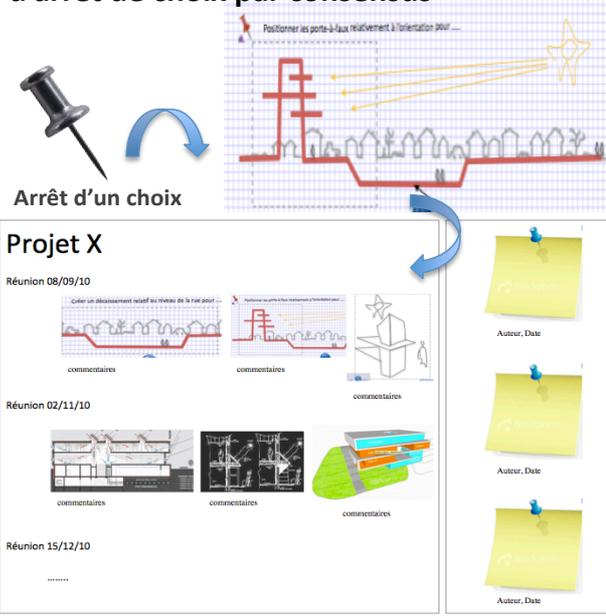
Les mêmes systèmes proposés pour l'orientation pourraient aussi être utilisés à cet effet (par exemple coupler dans un même outil les systèmes de partage synchrone d'annotations et les systèmes de simulation géotechnique ou des systèmes de géolocalisation partagés, *etc.*, cf. tableau 52).

<i>Opérations élémentaires de conception</i>	Définition et propriétés	Applications Outil
<b>Positionnement</b>	<i>Positionner le projet</i>	<p><u>Préconisations :</u>  <i>Positionnement partagé</i>  <u>Exemple d'application :</u>            Orienter à deux mains le projet à partir de :            - Partage synchrone d'annotations.</p>  <p>- Systèmes de simulation géotechnique, systèmes de géolocalisation partagés, etc.</p> 

**Tableau 52 : Applications d'outil possibles pour l'opération élémentaire de positionnement**

**6.2.1.4 / Synthèse : Vers une définition des assistances**

La synthèse que nous faisons ici permet de recenser les principaux systèmes que nous avons décrits pour supporter la conception collaborative distante. Comme il est possible de le remarquer lors des spécifications d’outils ci-dessus présentées, certains systèmes sont présentés pour différentes opérations. En effet, un même système peut assister une ou plusieurs opérations cognitives à la fois. Ces tableaux de synthèse, exposant sept systèmes, permettent d’en rendre compte (cf. tableaux 53, 54, 55).

Principaux systèmes pour supporter la conception collaborative distante	Opérations cognitives assistées
<p>-&gt; <b>Construction d’un espace de travail commun et d’annotations partageables de manière synchrone, à distance et à plusieurs mains en temps réel</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- op. prag. de collaboration d’évaluation</li> <li>- op. prag. de collaboration de prise de décision</li> <li>- op. prag. de collab. de mise en commun</li> <li>- op. prag. de collab. d’interprétation</li> <li>- op. elem. de conception de référencement</li> <li>- op. elem. de conception de découpage</li> <li>- op. elem. de conception dimensionnement</li> <li>- op. elem. de conception orientation</li> <li>- op. elem. de conception positionnement</li> </ul>
<p>-&gt; <b>Construction d’un historique à partir d’arrêt de choix par consensus</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- op. prag. de collaboration d’évaluation</li> <li>- op. prag. de collaboration de prise de décision</li> <li>- op. prag. de collab. de mise en commun</li> <li>- op. prag. de collab. d’interprétation</li> <li>- op. prag. de collab. d’autonomisation</li> <li>- op. prag. de collab. de découpage</li> <li>- op. prag. de collab. de référencement</li> <li>- op. elem. de conception de référencement</li> <li>- op. elem. de conception de découpage</li> <li>- op. elem. de conception de remise en cause</li> </ul>

**Tableau 53 : Les opérations cognitives assistées par chaque système présenté pour supporter la conception collaborative distante (1/3)**

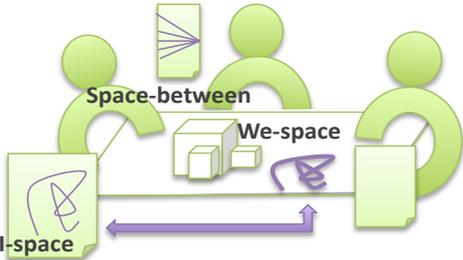
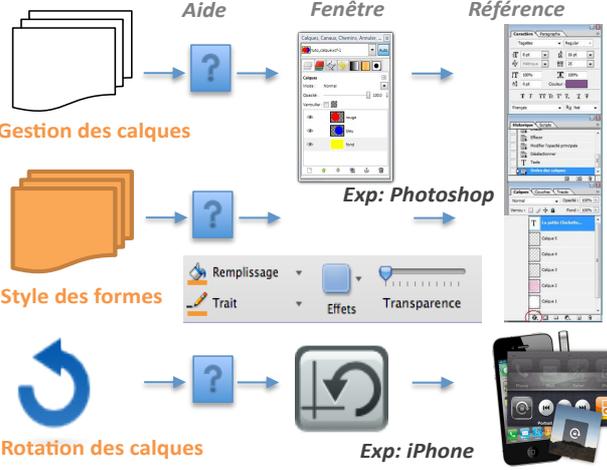
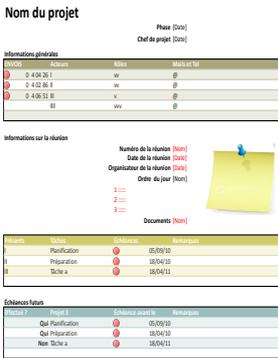
Principaux systèmes pour supporter la conception collaborative distante	Opérations cognitives assistées
<p>-&gt; <b>Passage d'un espace de travail personnel à un espace de travail commun</b></p> 	<p>- op. prag. de collab. d'autonomisation</p>
<p>-&gt; <b>Construction d'un système d' « aide intelligent »</b></p> 	<p>- op. prag. d'usage d'outil d'évaluation                      - op. prag. d'usage d'outil de construction de règles                      - op. prag. d'usage d'outil d'appropriation                      - op. prag. d'usage d'outil de référencement</p>
<p>-&gt; <b>Construction d'un compte-rendu sous forme de cases prédéfinies</b></p> 	<p>- op. prag. de collaboration de découpage                      - op. prag. de collaboration d'évaluation                      - op. prag. de collaboration de prescription                      - op. prag. de collab. de mise en commun                      - op. prag. de collab. de référencement                      - op. prag. d'usage d'outil de référencement                      - op. elem. de conception de référencement                      - op. elem. de conception de découpage                      - op. elem. de conception de mise en cause</p>

Tableau 54 : Les opérations cognitives assistées par chaque système présenté pour supporter la conception collaborative distante (2/3)

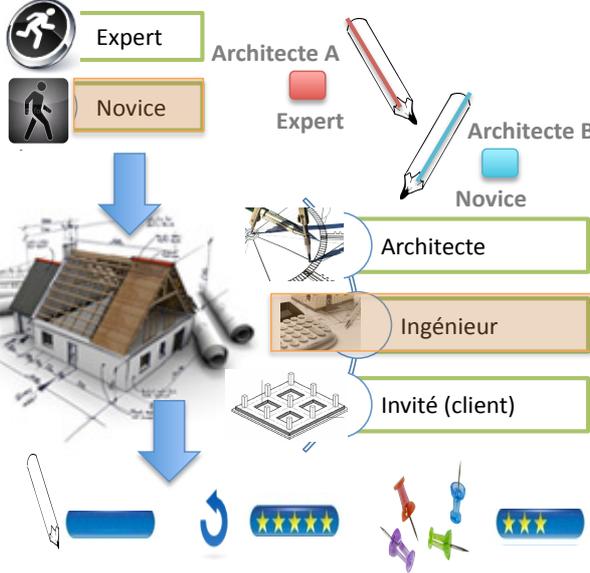
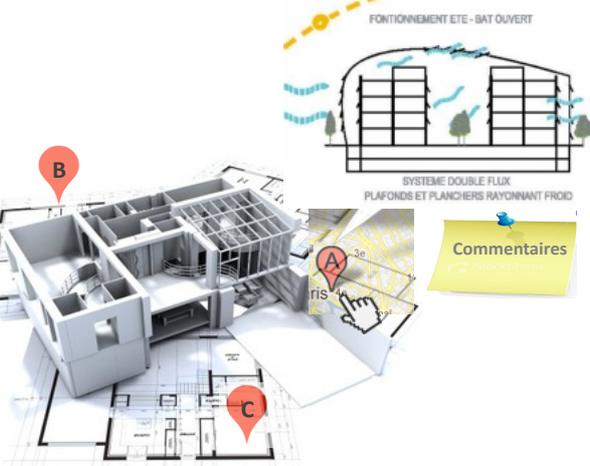
Principaux systèmes pour supporter la conception collaborative distante	Opérations cognitives assistées
<p><b>-&gt; Personnalisation de l'interface</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- op. prag. d'usage d'outil de découpage</li> <li>- op. prag. d'usage d'outil de construction de règles</li> <li>- op. prag. d'usage d'outil d'appropriation</li> <li>- op. prag. d'usage d'outil de référencement</li> <li>- op. prag. de collab. d'autonomisation</li> <li>- op. prag. de collab. de construction de règles de travail en groupe</li> </ul>
<p><b>-&gt; Construction d'une bibliothèque projet</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- op. prag. de collaboration d'évaluation</li> <li>- op. prag. de collab. d'interprétation</li> <li>- op. prag. de collab. de mise en commun</li> <li>- op. prag. d'usage d'outil de découpage</li> <li>- op. prag. d'usage d'outil de positionnement</li> <li>- op. elem. de conception de référencement</li> <li>- op. elem. de conception de mise en cause</li> </ul>

Tableau 55 : Les opérations cognitives assistées par chaque système présenté pour supporter la conception collaborative distante (3/3)

Ce que nous proposons ici comme possibles assistances à la *conception architecturale collaborative distance* s'alignent à certains travaux déjà développés au laboratoire ARIAM-LAREA et qu'il serait intéressant de poursuivre (Type : Esquass).

Pour aller plus loin dans l'application de nos opérations, des sept systèmes d'assistance à la *conception collaborative distante* exposés ci-avant, nous en avons sélectionné trois. Partant de ces trois systèmes, nous chercherons à définir, dans ce qui suit, un cahier des charges appliqué à l'outil que nous avons étudié au cours de nos expérimentations : le SDC. Le choix de ses trois systèmes est une réponse aux limites du SDC que nous

avons pu soulever grâce à notre grille d'évaluation, présentée dans la section précédente (cf. 6.1.4).

### 6.2.2 Exemple d'application pour le cahier des charges

Le cahier des charges, présenté ici, est destiné aux développeurs. Nous ne prétendons pas tout présenter dans ce cahier des charges. Celui-ci peut être remis en cause dans d'autres études plus poussées. Le principal objectif de cette section est de montrer la possible application de nos résultats théoriques pour la revalorisation et l'amélioration d'outils d'assistance à la *conception architecturale collaborative distante*.

Dans ce cadre, pour chaque *opération pragmatique de collaboration* mise en avant, nous commençons par rappeler le (ou les) objectif(s) attendu(s). Nous résumons, par la suite, la cinématique des actions à effectuer pour l'application du système, ensuite nous listons l'ensemble des besoins unitaires à mettre en place pour chaque action.

Nous concluons cette section en précisant les exigences fonctionnelles à assurer pour chacun des outils proposés ici pour l'assistance à la *conception architecturale collaborative*.

#### 6.2.2.1 / Le cas de l'opération de la prise de décision (et/ou de prescription)

Le but de cette fonctionnalité est de construire un historique (ou « story-board ») des décisions prises durant une réunion. En voici la cinématique (cf. tableau 56) :

- L'utilisateur sélectionne l'icône de prise de décision.
- Il sélectionne la zone de prise de décision.
- Il valide sa sélection. Le système capture alors une image datée de la zone sélectionnée.
- Suite à cette validation, une barre de commentaire apparaît offrant à l'utilisateur la possibilité d'ajouter un commentaire ou une annotation à joindre à cette sélection pour une lecture plus rapide.
- Si l'utilisateur annote sa prise de décision, cette annotation est alors retranscrite dans le compte-rendu en tant que prescription avec un lien vers la zone de prise de décision.
- Sur la vue globale de l'objet de conception, les icônes de prise de décision signaleront les zones de consensus. En passant avec le stylet ou la souris sur l'icône, une image miniature apparaît avec une partie de l'annotation. En cliquant sur l'icône, les informations complètes apparaissent : l'image, le commentaire en entier, la date de la réunion ainsi que le login de la personne qui a enregistré ce consensus.

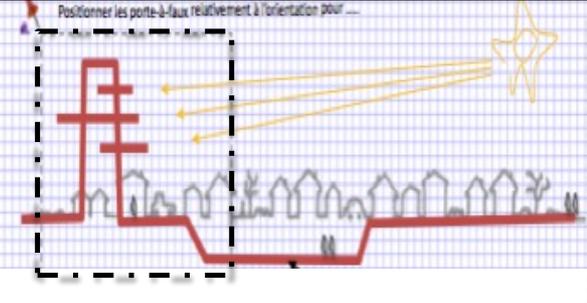
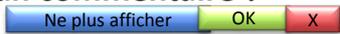
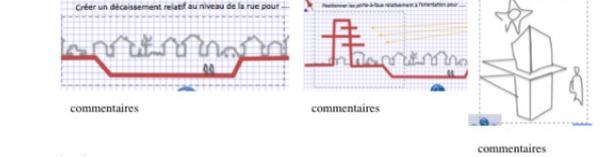
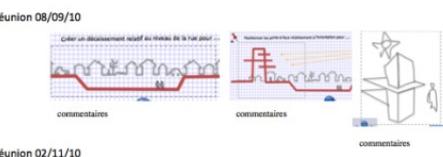
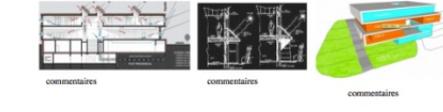
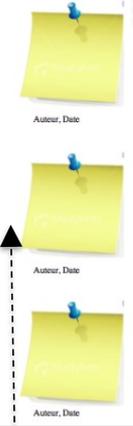
Construction d'un historique à partir d'arrêt de choix par consensus	Actions à effectuer
<p><b>Arrêt d'un choix</b></p>  <p><b>Prescription:</b> Création d'un historique relatif à des arrêt de choix dans le projet</p>	<p><b>1/ Arrêt d'un choix par consensus:</b> Exp: Création de différents porte-à-faux permettant l'accès de la lumière aux chambres Echelles: Géographique et fonctionnelle</p> <p><b>2/ Sélectionner l'icône indiquant la prise de décision</b></p>
	<p><b>3/ Sélectionner la zone concernée par la prise de décision</b> Exp: Réaliser une sorte de capture d'écran de la partie de la coupe qui concerne la création de porte-à-faux</p>
<p><b>Voulez-vous créer un commentaire ?</b></p> 	<p><b>4/ Proposer à l'utilisateur s'il veut rajouter un commentaire à sa prise de décision</b></p>
<p>Réunion 08/09/10</p> 	<p><b>5/ Poursuivre la réunion en réalisant des prises de décision à chaque fois qu'un choix est acté par consensus</b></p>
<p><b>Projet X</b></p> <p>Réunion 08/09/10</p>  <p>Réunion 02/11/10</p>  <p>Réunion 15/12/10</p> <p>.....</p> 	<p><b>6/ Proposer, à la fin de la réunion, l'enregistrement d'un autre document (autre que celui réalisé en réunion) traçant l'ensemble des prises de décision qui ont été capturées tout au long du processus :</b> - Ce même document pourrait être mis à jour en y insérant les nouvelles prises de décision réalisées dans d'autres réunions pour le même projet.</p> <p><b>7/ Possibilités d'ajouter de nouveaux commentaires après toute réunion</b></p>

Tableau 56 : Synthèse de la cinématique du système d'assistance à la prise de décision

Pour réaliser toute cette fonctionnalité, voici la liste des besoins unitaires à mettre en place :

a) Icône de signalisation de consensus

- i) L'icône doit être proposée dans la barre de tâche standard à tous les participants de la réunion 
- ii) L'icône pourra être désélectionnée si l'utilisateur ne souhaite plus signaler une prise de décision (possibilité de retour arrière) par un système de fermeture de l'icône à l'aide d'une croix. 
- iii) Pendant la phase de sélection de la zone de consensus :
  - (1) La zone de pré-sélection sera notifiée par un encadrement en ligne tiret (cf. ce qui existe aujourd'hui sur « Paint »)
  - (2) Une fois que cette icône a été sélectionnée par l'un des participants de la réunion, toutes les autres activités doivent être suspendues jusqu'à la fin de la sélection de la zone de prise de décision.
- iv) A la fin de la sélection, une petite barre de dialogue apparaît offrant les choix suivants :
  - (a) Valider : ceci valide la zone présélectionnée (✓)
  - (b) Réessayer : la zone sélectionnée est effacée et l'utilisateur ressaisit la zone de prise de décision (↶)
  - (c) Annuler : ceci annule la prise de décision (✗)

b) Mise en place d'une barre de commentaire:

- i) La boîte de dialogue propose à l'utilisateur de saisir un commentaire comme suit:
  - (1) Proposer à l'utilisateur s'il veut rajouter un commentaire à sa prise de décision, *via* une boîte de dialogue contenant le texte suivant « Voulez-vous ajouter un commentaire ? »
  - (2) L'utilisateur pourra répondre en appuyant sur l'une des réponses suivantes :
    - (a) Ne plus afficher : ceci annule l'affichage des commentaires pour cet utilisateur durant toute la réunion (ce qui implique une gestion des dates / logins)
    - (b) OK : ceci affiche une zone de texte dans laquelle il sera possible de saisir un commentaire.
    - (c) Annuler (✗) : ceci clôture la boîte de dialogue instantanément.
- ii) Zone de commentaire :
  - (1) La zone de commentaire devra être limitée à 155 caractères, espaces inclus.
  - (2) Pour clôturer la zone de texte, deux options sont possibles :
    - (a) Valider (✓) : ce qui sauvegarde le commentaire et l'historise.
    - (b) Annuler (✗) : ce qui annule le commentaire saisi.
  - (3) Durant la saisie du commentaire, la gomme doit rester à disposition de l'utilisateur pour pouvoir corriger d'éventuelles erreurs.

c) Historisation de la prise de décision:

- (1) Toutes les captures d'écran ainsi que les commentaires associés doivent être historisés sous forme de « story board » spécifique à la réunion. Ceci inclut :
    - (a) l'image,
    - (b) le commentaire associé en dessous de l'image
    - (c) Au-dessus de l'image, se trouvera le login de la personne ayant noté la prise de décision. Ainsi, les autres acteurs du projet pourront consulter la personne en tant que référent s'ils ont besoin de plus de détails sur la décision qui a été prise.
- 
- (2) Les prises de décisions seront regroupées par réunion. Une réunion est définie par le « Projet » + la date de réunion.
  - (3) Dans le cas où certaines prises de décision n'ont pas été annotées durant la réunion, des liens vers ces prises de décision pourront être rajoutés dans le compte-rendu :
    - (a) Seules les prises de décision du jour de la réunion seront proposées au rédacteur du compte-rendu de cette dite réunion.
    - (b) La liste des prises de décision non annotées sera affichée dans une boîte de dialogue lors de la rédaction du compte rendu. Chaque prise de décision sera affichée par son image en miniature.
    - (c) Pour la sélectionner, l'utilisateur n'aura qu'à saisir l'image miniature et la faire glisser dans le compte-rendu. Ceci aura pour effet:
      - (i) D'afficher l'image en miniature dans le compte-rendu avec le lien (ou si trop lourd, le lien hypertexte seulement). Le lien hypertexte ouvrira le projet sur l'endroit exact de la prise de décision.
      - (ii) Le texte du compte-rendu (ou partie, vu la limitation de caractères) sera joint à la prise de décision comme annotation.
      - (iii) La prise de décision annotée disparaîtra donc de la liste des prises de décision à annoter.

### 6.2.2.2 / Le cas de l'opération de mise en commun

L'objectif de cette fonctionnalité est de permettre la construction d'un référentiel projet qui ne pollue pas la lecture de celui-ci.

Voici les principales fonctionnalités qui composent ce système (cf. tableau 57) :

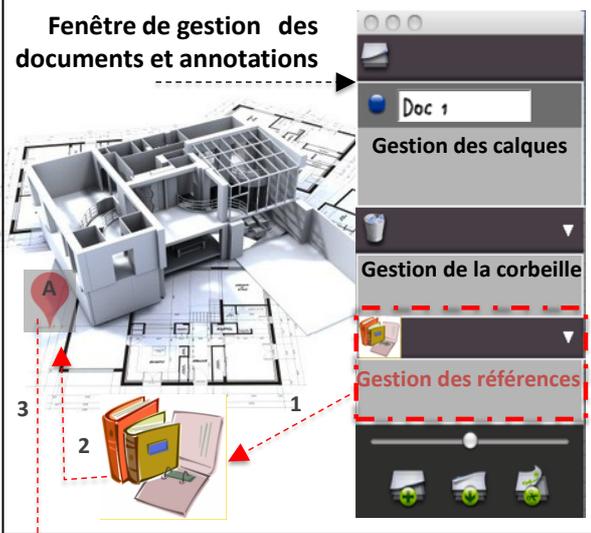
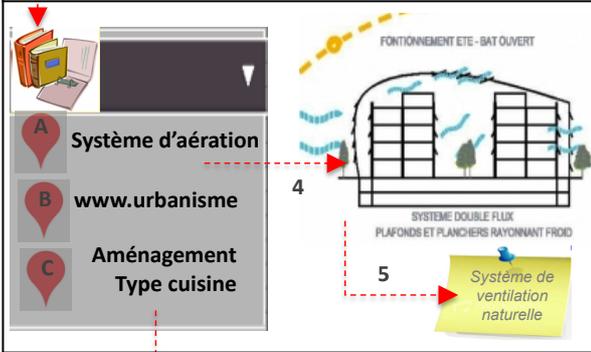
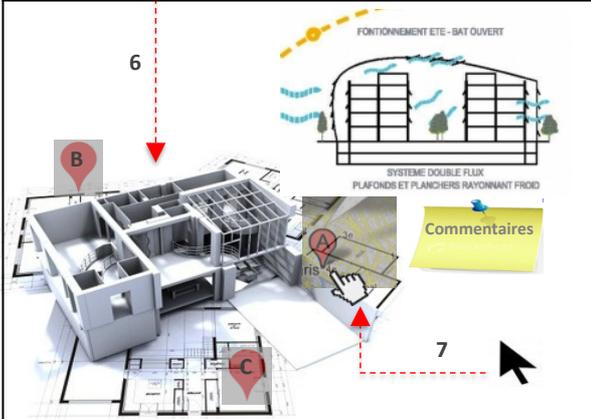
Construction d'une bibliothèque projet	Actions à effectuer
<p><b>Fenêtre de gestion des documents et annotations</b></p> 	<p><b>1/ Besoin de faire appel à une référence:</b></p> <p>Exp: comment créer une ventilation naturelle dans le bâtiment pour un projet HQE ?</p> <p><b>2/ Sélectionner l'icône indiquant la référencement</b></p> <p><b>3/ Positionner l'icône à l'endroit qui concerne la référence - &gt; Nommer la référence</b></p>
	<p><b>4/ Insérer la référence recherchée :</b></p> <p>La recherche de ces références peut se faire selon différentes procédures:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Insérer un document existant dans la mémoire interne de l'ordinateur</li> <li>- Réaliser un imprime-écran à partir d'une image capturée du Net</li> <li>- Insérer simplement un lien donnant accès à un site</li> </ul> <p><b>5/ Insérer un commentaire</b></p>
	<p><b>6/ Poursuivre la réunion en construisant un certain nombre de références selon les besoins du projet</b></p> <p>Ces références seront insérées dans différents placements du plan. Une numérotation automatique y sera indiquée pour faciliter le repérage sur le plan.</p> <p><b>7/ Rendre visible les références</b></p> <p>Les documents et annotations reliés aux icônes rattachées aux différentes références ne seront visibles que lorsque le curseur se placera dessus pour éviter de polluer le plan</p>

Tableau 57 : Synthèse de la cinématique du système d'assistance à la mise en commun

a) Création d'un espace de référence :

A l'instar de l'espace de gestion des calques, créer un espace de gestion des références du projet :

- (1) La flèche permet de réduire ou étendre l'espace de gestion des références pour visualiser toutes les références du projet.
- (2) Le « + » : permet de rajouter une nouvelle référence.

b) Enrichir la base de référence

Les références du projet peuvent avoir plusieurs sources :

- Affirmation d'expert
- Internet *via* des captures d'écran et ou lien internet
- Un autre projet : référence à un projet existant : lien vers un document sur un serveur partagé ou une capture d'écran

En cliquant sur le « + », un marqueur  apparaît. La lettre qui apparaît sur le marqueur est liée à une seule référence. Les lettres s'auto-incrémentent.

L'utilisateur devra positionner le marqueur à l'endroit voulu de l'objet de conception partagé.

Une fois le marqueur positionné, un menu apparaît contenant :

- Une zone de texte : limitée à 155 caractères. Cette zone de texte est munie d'une reconnaissance automatique des liens/ adresses internet.
- Une icône appareil photo () qui permet à l'utilisateur de prendre une copie d'écran de son ordinateur ou d'une page internet.
- Une icône pour joindre un document () à partir de l'ordinateur de l'utilisateur
- En haut à gauche de ce menu, apparaît deux icônes :
  -  : icône servant à clôturer la boîte de dialogue et sauvegarder la référence.
  -  : icône servant à supprimer la référence. En sélectionnant cette icône, une boîte de confirmation de la suppression apparaît : « Voulez-vous vraiment supprimer ce commentaire ? » avec comme possibilité de réponse :
    - ❖ Oui : suppression définitive de la référence projet
    - ❖ Non : revenir à la boîte de dialogue précédente.

c) Affichage des références :

## i) Affichage des références dans le projet de conception

Les références seront affichées dans le projet de conception à l'endroit positionné par l'utilisateur. Lorsque le curseur passe sur le marqueur, un encadré apparaît avec une copie d'écran miniature de l'objet inséré, en plus des commentaires écrits.

La taille de l'encadré s'adapte aux commentaires insérés.

Si le curseur s'éloigne du marqueur, l'encadré disparaît (*cf.* google maps).

En double cliquant sur le marqueur, l'encadré devient permanent. En haut à droite de l'encadré, une croix () apparaît permettant de clôturer l'encadré

qui redevient éphémère (ne s'affiche que lors du passage du curseur sur le marqueur).

Si l'encadré contient un lien vers un document ou vers un lien internet, le double clique permet d'ouvrir le lien dans une nouvelle fenêtre.

## ii) Affichage des références dans l'outil

Toute nouvelle référence créée est historisée dans l'espace de gestion des références comme suit :

- Les références sont classées par ordre alphabétique descendant. Ceci permet de visualiser les références les plus récentes en priorité.
- Le marqueur apparaît avec tout ou partie des caractères (2 lignes max le reste sera signalé par « ... »)
- Si dans le commentaire, il y a un lien externe, le double clique sur la zone de commentaire permet de visualiser dans une nouvelle fenêtre le lien.
- Si une pièce jointe est attachée à la référence, un double clique sur l'icône  permet d'ouvrir la pièce jointe dans une fenêtre à part.
- L'icône  permet de supprimer une référence. En cliquant sur cette icône une boîte de confirmation de la suppression apparaît : « Voulez-vous vraiment supprimer ce commentaire ? » avec comme possibilité de réponse :
  - Oui : suppression définitive de la référence projet
  - Non : revenir à la boîte de dialogue précédente.
- En double cliquant sur le marqueur, l'objet de conception s'affiche avec un zoom sur la zone du marqueur. Le marqueur est alors permanent (*cf* besoin exprimé dans le paragraphe précédent).

L'espace de gestion des références devient donc :



### 6.2.2.3 / Le cas de l'opération d'autonomisation

L'objectif de cette fonctionnalité est de permettre la construction d'un espace de travail personnel (I-Space) et de faciliter le passage de cet espace de travail personnel vers l'espace de travail commun (We-Space).

Voici les principales fonctionnalités qui composent ce système (*cf.* tableau 58) :

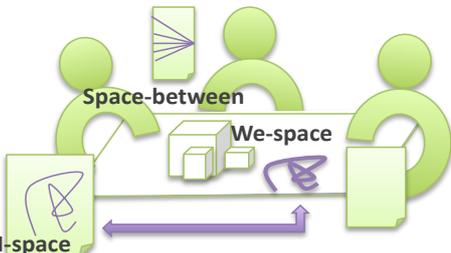
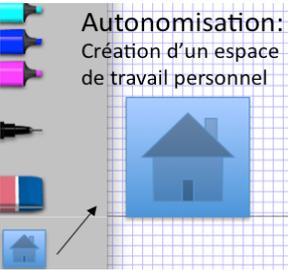
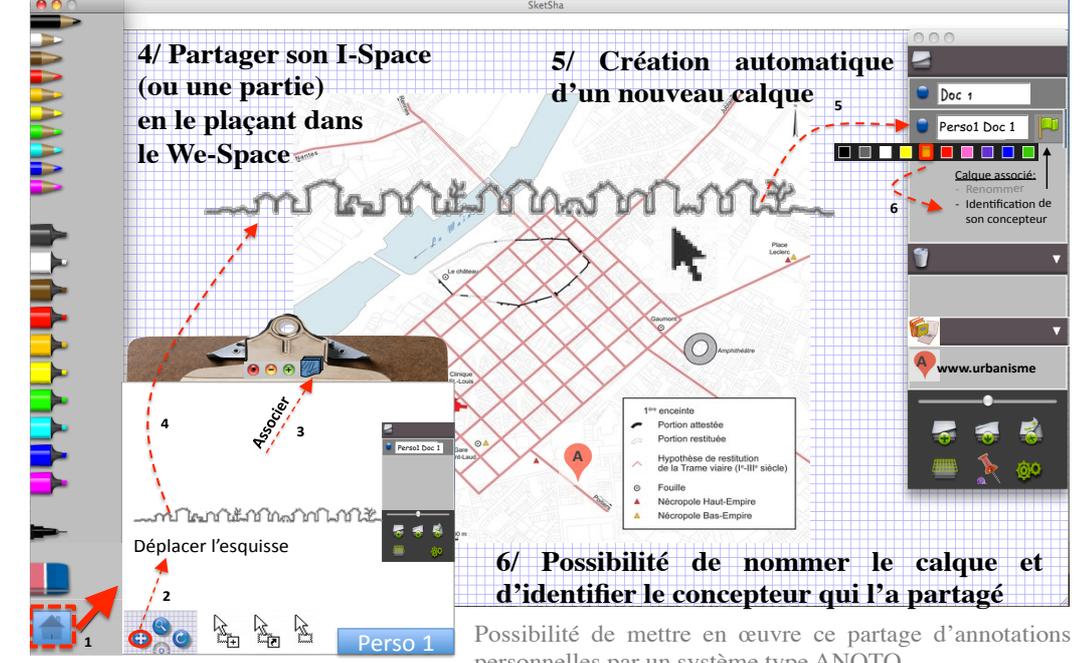
Passage d'un espace de travail personnel à un espace de travail commun	Actions à effectuer
 <p>The diagram illustrates the transition from a personal workspace (I-space) to a shared workspace (We-space). It shows three stylized human figures. One figure is associated with 'I-space', another with 'We-space', and a third with 'Space-between'. Arrows indicate the flow and interaction between these spaces.</p>	<p><b>Autonomisation:</b> Création d'un espace de travail personnel</p> <p><b>1/ Besoin de travailler dans un espace personnel</b></p> <p><b>2/ Sélectionner l'icône prévue à cet effet :</b> en sélectionnant l'icône, ce que dessinera le concepteur avec tel ou tel stylet ne sera plus visible pour les autres.</p> 
 <p>The screenshot shows a personal workspace interface. It includes a 'Gestionnaire de documents personnels' (Personal Documents Manager) with buttons for 'Fermer' (Close), 'Cacher' (Hide), 'Ajouter' (Add), and 'Associer' (Associate). There is also a 'Gestionnaire de calques personnels' (Personal Layers Manager) and a 'Kit pour la manipulation des calques personnels' (Kit for manipulating personal layers). A 'Perso 1' label is visible at the bottom.</p>	<p><b>3/ Apparition d'une page de travail personnelle non perceptible par les autres concepteurs :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ce I-Space aurait son propre gestionnaire de calque et son propre kit. Le concepteur pourrait, à n'importe quel moment, fermer cet espace, le réduire ou l'enregistrer sur son poste.</li> <li>- Le concepteur pourrait créer des dessins, esquisser, annoter et conserver ses esquisses pour lui. Il pourrait aussi les partager avec ses collaborateurs à tout moment du processus de négociation.</li> </ul>
 <p>The large screenshot shows the SketSha application interface. It features a 3D architectural model of a building facade. The interface includes a toolbar on the left, a central workspace, and a right-hand panel with document and layer management. Numbered annotations (1-6) highlight specific actions: 1. Selecting the house icon; 2. Moving the sketch; 3. Associating the sketch; 4. Sharing the I-Space; 5. Automatic creation of a new layer; 6. Naming and identifying the creator of the shared layer. A legend for the 3D model is also visible.</p> <p><b>4/ Partager son I-Space (ou une partie) en le plaçant dans le We-Space</b></p> <p><b>5/ Création automatique d'un nouveau calque</b></p> <p><b>6/ Possibilité de nommer le calque et d'identifier le concepteur qui l'a partagé</b></p> <p>Possibilité de mettre en œuvre ce partage d'annotations personnelles par un système type ANOTO.</p>	

Tableau 58 : Synthèse de la cinématique du système d'assistance à la mise en commun

a) Création d'un espace de travail personnel (I-Space) :

Dans la barre d'outils standard, ajouter une icône  permettant l'ouverture d'un espace personnel de conception (I-Space).

Cet espace ne peut être vu que par l'utilisateur (et non les autres participants de la réunion).

Cet espace contient les outils suivants :

- Un gestionnaire de calques indépendant de celui gérant les claques du projet
- Son propre kit de manipulation de ces calques
- En haut de son espace de conception personnel se trouveront les icônes suivantes :
  -  : pour sauvegarder l'espace de conception personnel de l'utilisateur. L'espace sauvegarde lui sera proposé lors de la prochaine ouverture de son espace personnel.
  -  : pour déplacer le(s) calque(s) sélectionné(s) de l'espace personnel de conception vers l'espace partagé.
  -  : pour ajouter des calques de l'espace partagé dans l'espace de conception personnel, en effectuant une copie du(des) calque(s) de l'espace partagé.
  -  : pour réduire l'espace de conception personnel
  -  : pour fermer l'espace de conception personnel. Avant de fermer, afficher une boîte de dialogue proposant à l'utilisateur d'enregistrer son espace avant de le clôturer : « Voulez-vous sauvegarder votre espace de conception personnel ? il vous sera proposé à la prochaine ouverture. ». Deux choix possibles pour répondre à cette boîte de dialogue
    - « Oui » : l'espace est enregistré avant la clôture et la fenêtre est fermée.
    - « Non » : l'espace de conception personnel est clôturé sans sauvegarde.

b) Gestion du passage de l'espace de conception personnel à l'espace partagé (We-Space) :

- L'utilisateur sélectionne le(s) calque(s) à partager *via* le gestionnaire de calques.
- Il appuie sur l'icône de partage des calques ().
- Les calques disparaissent alors de l'espace de conception personnel et s'insèrent dans le gestionnaire des claques du projet comme suit :
  - Les calques sont, par défaut, actifs (c'est à dire sélectionnés dans le gestionnaire des calques) et en premier plan du projet.
  - Le nom du calque dans l'espace de partage personnel est repris, précédé de la mention suivante : « Perso\_ <login utilisateur>»
  - Le nom doit être unique. Aussi, si le nom proposé existe déjà, il est nécessaire d'y ajouter automatiquement un numéro ascendant. La numérotation devra démarrer à partir du chiffre 1.
- Les calques partagés obéissent aux mêmes règles de gestion que les autres calques.

#### 6.2.2.4 / Exigences fonctionnelles

Les améliorations de l'outil proposées ci-dessus ne doivent pas altérer ni la qualité, ni le parcours d'utilisation de l'outil.

Ainsi, l'outil doit demeurer :

- Simple,
- Avec une utilisation fluide (pas de plantage)

Le développeur devra fournir ses recommandations pour maintenir ces exigences.

##### a) Fluidité

- Les fonctionnalités ajoutées ne doivent pas ralentir les performances de l'outil. Le développeur doit ainsi proposer des solutions palliatives pour assurer la fonctionnalité, s'il juge que la solution initialement proposée risque d'alourdir le système.
- Un indicateur sur le temps de réponse de l'outil devra être créé pour monitorer les performances de l'outil :
  - Les informations sur la durée de réponse de l'outil devront remonter dans une base de données.
  - Développer deux graphes d'évolution des performances :
    - Un graphe d'évolution du temps de traitement des commandes reçues en fonction du temps
    - Un deuxième graphe d'évolution de la durée de traitement des commandes en fonction de son temps dans le projet (JO = date de création du projet)
  - Ces indicateurs pourront être utilisés pour l'amélioration continue de l'outil de la part de l'entité qui l'utilise ou de celle qui le développe (cf. skype).

##### b) Simplicité

- Il est nécessaire que le développeur conserve l'aspect intuitif de l'outil. Il a ainsi un devoir de recommandation sur la mise en place des fonctionnalités :
  - Proposer de modifier les icônes si celles-ci sont ambiguës.
  - Changer l'ordre des icônes pour plus d'ergonomie et une meilleure prise en main.
  - Proposer des solutions alternatives pour éviter de rendre complexe le circuit de validation d'une commande (exemple : pour la suppression d'une annotation, le développeur pourra proposer une solution alternative pour pallier à la boîte de dialogue proposée dans le cahier des charges ci-dessus. Il est peut-être possible de passer par des retours en arrière successifs pour éviter les pertes définitives de données).



# Conclusion de la partie III

## Résultats et préconnaications

### pour la conception architecturale collaborative à distance

Partant de nos analyses architecturologiques (*cf.* Chap. 4), nous avons pu spécifier les différentes opérations cognitives mises en jeu dans le cadre de collaboration distante en conception architecturale (*cf.* Chap. 5).

Cette spécification a abouti à la modélisation théorique de la collaboration sous forme de triade joignant les opérations spécifiques à la conception, à la collaboration et à l'usage de l'outil. A la suite de ce travail de recherche théorique, nous avons proposé de mener une réflexion sur les environnements numériques partagés dans lesquelles est conduite l'activité de conception

Nous proposons, dans un premier temps, d'utiliser notre modélisation en termes d'opérations cognitives de la situation de collaboration distante en conception architecturale comme grille d'évaluation d'outils. Celle-ci pourrait servir à des développeurs d'assistances à cette situation spécifique de conception pour rapidement visualiser ce qui est permis ou non par l'outil en vue de l'améliorer et/ou de le modifier selon les objectifs attendus.

Dans un second temps, nous avons réutilisé ces résultats exposant les différentes opérations cognitives de la conception architecturale collaborative distante pour proposer des systèmes assistant ces situations. Nous avons par la suite poursuivi le développement de ces systèmes en les mettant en œuvre relativement à l'outil que nous avons étudié au cours de nos expérimentations : le SDC. Pour ce faire, nous avons choisi trois applications à partir desquelles nous avons proposé un cahier des charges pour le développement de l'outil étudié.

Les développements informatiques que nous proposons ici marquent la partie appliquée de notre recherche, l'objectif étant de mieux assister les pratiques collaboratives distantes dans les agences d'architecture actuelles pour la conception de projets en phase préliminaire.



# Conclusion et perspectives

- 
- 1/ Synthèse des résultats
  - 2/ Apport de la recherche
  - 3/ Limites de la recherche
  - 4/ Perspectives

# Conclusion et perspectives

## 1. Synthèse des résultats

Ce travail de recherche porte sur la conception architecturale collaborative distante et donc outillée. Dans ce cadre, il examine avec attention les échanges entre des concepteurs qui “collaborent” à distance dès les premières phases de conception d’un projet architectural. Il étudie des situations de collaboration entre différents acteurs qui conçoivent ensemble, à distance et de manière synchrone, un projet architectural en phase esquisse. Ces situations collaboratives sont différenciées de celles dites coopératives. Celles qui nous intéressent se déroulent exclusivement de manière synchrone, permettant ainsi aux acteurs de pouvoir négocier, échanger et partager en temps réel pour la conception du projet en phase esquisse. Ce travail rend compte d’une observation des usages de nouvelles technologies d’aide à la collaboration synchrone et distante à partir d’expériences faites en agences d’architecture et en laboratoire.

L’objectif de cette thèse est de comprendre la conception architecturale collaborative et de produire des connaissances qui servent de recommandations pour de possibles assistances à la collaboration distante en conception architecturale.

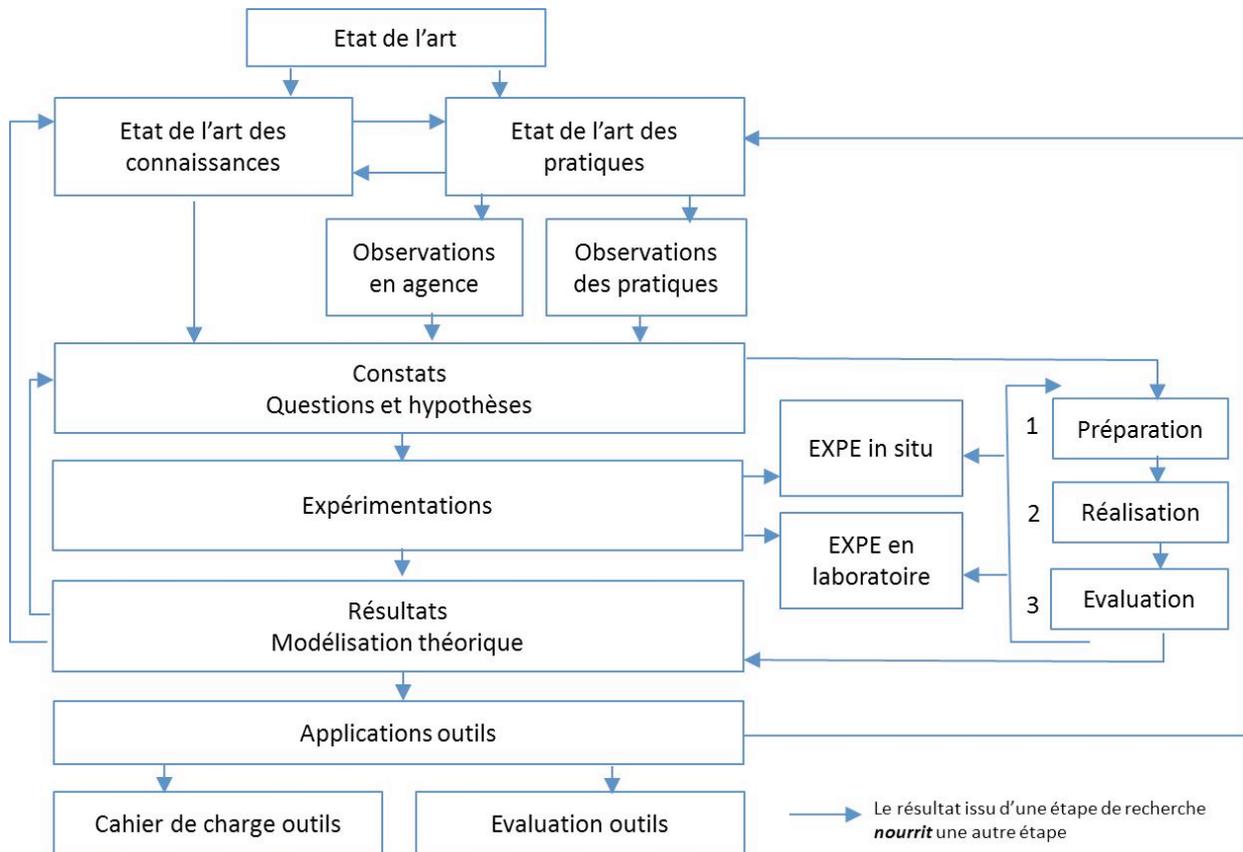
Cette recherche architecturologique s’appuie sur deux champs : le champ du *Travail Collaboratif Assisté par Ordinateur* (TCAO ou CSCW en anglais) et celui de l’ergonomie cognitive. L’objectif de ce travail est de pointer les opérations cognitives constitutives de la conception architecturale collaborative.

### **Méthodologie**

Pour spécifier les opérations cognitives mises en jeu lors de la conception collaborative distante, nous avons collecté un ensemble de données cumulées dans le cadre du consortium CoCréa financé par l’Agence Nationale de la Recherche. D’autres données traitées sont aussi issues de nos enquêtes et observations en agences.

En tant qu’architecturologue, nous avons mis en place une méthodologie d’approche et d’analyse à partir de notre état de l’art (Chap 1 et 2) mais aussi des connaissances constituées par l’*architecturologie* sur la conception architecturale (Chap 3). Nous avons d’abord défini précisément le cadre de notre recherche par six critères de description de la situation de conception architecturale étudiée: l’espace, le temps, la phase, le nombre d’acteurs, leurs expertises et les moyens et outils utilisés dans ce cadre (Chap 3). Ensuite, nous avons traité et analysé (d’un point de vue *architecturologique*) nos données qui s’insèrent dans ce cadre (Chap 4) ; pour enfin produire un ensemble de résultats qui nous permettent de caractériser et de modéliser la conception architecturale collaborative distante (Chap 5). Cette modélisation nous a conduit à proposer un ensemble d’assistances sous forme de possibles applications aidant et soutenant cette situation particulière de conception architecturale (Chap 6).

Le schéma qui suit présente notre plan d'étude (cf. Chap 3, p. 144) mettant en évidence notre démarche de recherche itérative et les différentes étapes mises en place pour répondre à nos objectifs:



cf. figure p.144 : Démarche itérative de notre plan d'étude

Rappelons d'abord les contenus et les principales observations de chacune des actions qui composent notre plan d'étude.

### A. Etat de l'art : connaissances et observations des pratiques (cf. Chap 1 et 2) :

Nos observations des pratiques en agence et notre état de l'art pointent un décalage entre ce qui est mis en avant par les recherches cognitives en laboratoire (cf. Chap 1.1) et les outils qui sont développés pour assister ces situations particulières de conception architecturale collaborative distante (cf. Chap 1.2). A l'issue de ce premier chapitre, notre constat est que ces outils et assistances tendent à être généralisés à différents domaines sans chercher pour autant à répondre aux spécificités et aux besoins de chacun de ces domaines. Ils répondent le plus souvent à une définition *a priori* de ce que pourrait être la conception architecturale collaborative. Et, dans les rares cas où ces outils se veulent être adaptés à l'activité de la conception architecturale, ils sont conçus, le plus souvent, pour des phases avancées du processus où les principaux choix sont préalablement définis par l'ensemble des acteurs.

Pour nous, le processus de la conception architecturale impose une activité complexe qui lui est propre, rassemblant divers points de vue et devant répondre à plusieurs problèmes

liés au projet. C'est pourquoi il nous paraît aujourd'hui important de clarifier le processus cognitif spécifique à l'activité de la conception architecturale collaborative avant même de résoudre tout problème lié aux environnements d'assistance informatique. Ce choix est motivé par une démarche analytique qui pose la conception du projet comme point de départ pour interroger cette activité particulière de collaboration distante et synchrone. Cette démarche est rendue possible grâce aux travaux développés au sein du laboratoire ARIAM-LAREA, s'appuyant sur le champ de l'*architecturologie* pour interroger la conception architecturale et ses assistances informatiques.

Par ailleurs, nos enquêtes (*cf.* Chap 2.1) et nos observations en agence (*cf.* Chap 2.2) nous ont permis de souligner un certain nombre d'autres constats :

**- Importance de la *synchronisation cognitive*, de *conscience mutuelle* et de la construction d'un *référentiel opératif commun* :**

Nous avons pu montrer l'importance des *synchronisations cognitives* dans l'ajustement des idées et dans la construction d'une *compréhension réciproque* et *conscience mutuelle* de la situation (*awareness*) nécessaires pour toute collaboration. C'est pourquoi les agences d'architecture tentent généralement de mettre en place des plans d'action définis lors des comptes rendus à la fin de chaque réunion. A l'issue d'un consensus, les différents collaborateurs s'accordent sur des conventions relatives à des méthodes, outils et procédures, spécifiques aux besoins qui leurs sont propres et nécessaires pour la construction d'un *référentiel opératif commun*. Ce référentiel regroupe, selon nous, différents niveaux de compréhension partagés relatifs au projet à concevoir, aux collaborateurs et à la situation même de l'activité.

**- Les espaces de travail :**

Dans le cadre des situations de conception collaborative distante, trois types d'espace qui composent l'*environnement commun de travail* sont à distinguer : le *I-Space* (représentant l'espace de travail personnel), le *We-Space* (représentant l'espace de travail partagé) et le *Space-Between* (représentant l'espace de travail construit entre concepteurs s'isolant du groupe). Nous retenons ici, de nos observations en agence, qu'il est important que l'outil d'assistance à la conception collaborative distante puisse offrir assez de flexibilité entre ces trois espaces qui se forment et se transforment au gré d'une réunion selon les besoins des concepteurs. Ces espaces ont par la suite été interrogés à partir de la caractérisation des opérations cognitives mises en jeu lors de ces situations.

**- La place de la négociation, de l'évaluation et du consensus dans la collaboration :**

Nous montrons, à partir de nos observations, que l'activité collaborative de conception est souvent dictée par une recherche permanente de *compromis*. Ces compromis sont définis et mis en place au sein du groupe par un processus itératif de *négociations* et d'*évaluations* entre les acteurs qui tendent vers des points de vue, des représentations multiples et des choix satisfaisants communs. Dans ce cadre, la *remise en cause par consensus* d'un sujet, la confrontation des points de vue sur un

thème traité et leurs *évaluations* peuvent aussi participer à questionner d'autres thèmes traités, induisant un retour en arrière dans le processus de conception. Parmi les outils utilisés en agence, si certains d'entre eux facilitent la *négociation* et/ou l'*évaluation* orale en temps réel et à distance *via* les téléconférences, la *remise en cause par consensus* se trouve être plus difficilement gérée. Cette *remise en cause*, appliquée à l'activité spécifique de la conception architecturale, imposerait aussi un échange graphique entre les acteurs. C'est par ces *remises en cause* graphiques qu'évolue le modèle partagé au cours du processus en participant au passage d'un thème à un autre lors des réunions en temps réel et à distance entre deux antennes de l'agence.

Ce deuxième chapitre de la thèse montre ainsi que les outils actuels utilisés dans les agences ne gèrent que partiellement ces trois opérations indispensables au travail collaboratif : la négociation, l'évaluation, la remise en cause mais n'incluent pas la possibilité de démultiplication des espaces d'échanges (I-Space, We-space et Space-between).

### **B. Questions et hypothèses (issues de nos constats relatifs aux Chap 1 et 2) :**

Ainsi, d'après nos observations, il est clair qu'aujourd'hui, il n'existe pas de méthodes ou d'outils qui soient parfaitement adaptés au contexte dans lequel ils sont actuellement mis en place et qui peuvent s'articuler aux enjeux humains, organisationnels ou technologiques caractérisant les pratiques de chaque agence. Ces agences réclament en effet des instruments d'échanges qui puissent être fluides et flexibles pour répondre aux exigences des différents acteurs qui travaillent autour de ces projets de conception.

Nous pourrions relier ce fait à deux problèmes :

- 1) Les développeurs se limitent généralement à la spécification technique de l'outil, laissant de côté l'introduction en agence et la manière dont ces outils s'insèrent dans leur activité de conception. Ainsi, les collecticiels développés se basent principalement soit sur des définitions *a priori* de ce qu'est la collaboration et de ce qu'elle implique comme opérations cognitives, soit sur des expérimentations en laboratoire et, le plus souvent, avec des étudiants dans un cadre pédagogique.
- 2) Les recherches, qui développent des outils spécifiques à la collaboration synchrone en conception architecturale, ne s'avèrent pas toujours compatibles avec les contraintes et la réalité des pratiques en agence. Rares sont les outils qui sont parfaitement adaptés à des situations de conception architecturale collaborative distante. Les quelques études cognitives qui se sont intéressées à la conception architecturale se sont focalisées sur l'aspect ergonomique et sur l'activité collective entre les acteurs en général sans s'attarder sur la conception même du projet architectural.

Quelles sont les opérations cognitives qui caractérisent la situation de conception architecturale collaborative distante et quelles assistances à ces opérations ? sont les questions auxquelles nous répondons dans ce travail de thèse à partir de nos expérimentations en agence et en laboratoire avec des praticiens.

### C. Expérimentations et analyses : (cf. Chap 3 et 4)

Nos expérimentations ont permis de définir et de préciser la conception architecturale collaborative distante à partir d'une méthode d'analyse issue de l'architecturologie appliquée. Cette méthode permet d'approcher la complexité de la conception architecturale en termes d'opérations de conception. Les autres méthodes d'analyses, abordées succinctement à partir de notre état des connaissances, sont souvent issues du domaine de l'ergonomie cognitive et nourrissent en effet une connaissance généralisée du processus collaboratif, dans le cadre de la conception à plusieurs. Elles donnent un aperçu assez précis, et parfois même quantitatif, des gestes, des regards, des opérations collaboratives partagées et mises en jeu par les acteurs durant leur processus de conception. Ces méthodes demeurent néanmoins limitées dans leurs résultats en ce qui concerne spécifiquement la conception même de l'objet architectural.

### D. Résultats : (cf. Chap 5)

Nos analyses ont permis de réaliser des observations centrées sur l'activité de la conception architecturale collaborative distante, en tant que processus itératif de choix réalisés par consensus entre les différents concepteurs. Soulignons qu'en amont, nous avons choisi d'exclure l'analyse ergonomique des gestes et des regards ainsi que les analyses sociologiques et psychologiques des relations sociales et hiérarchiques entre les acteurs. Nos méthodes d'analyses architecturologiques appliquées à nos expérimentations ont été complétées et nourries par des analyses ergonomiques, dans le cadre du projet CoCrea, et vice versa. Ainsi nous avons pu 1/ caractériser et 2/ modéliser les situations de conception architecturale collaborative distante.

#### - Caractérisation d'une situation de collaboration distante :

Partant des concepts architecturologiques, nos analyses des expérimentations ont permis d'identifier des complexités opératoires de la conception architecturale collaborative distante :

- La **co-modalité** pointe l'utilisation et la combinaison de deux modes d'échanges (parole / dessin), assurant ainsi une *multimodalité*. Elle comprend par ailleurs la possibilité de changer un mode d'échange par un autre, si cela s'avère nécessaire. Néanmoins, les analyses ergonomiques montrent aussi que dans la plupart des cas le temps consacré à la parole est bien plus important que celui utilisé pour le dessin lors de ces collaborations distantes entre les concepteurs.
- La **construction d'un référentiel opératif commun** se fait à partir d'un processus d'interprétation, de négociation pour un consensus entre les deux architectes du projet.
- Le **partage des classes d'opérations de conception** ou d'*échelles architecturologiques* dites «*collaboratives*» issues d'une réflexion commune. Nos analyses ont montré que le fait qu'une *classe d'opérations de conception* soit *collaborative* n'implique pas pour autant le partage des opérations de la

conception en jeu.

- **Les opérations cognitives** : Cette étude a permis d'identifier différentes opérations cognitives : *les opérations élémentaires de la conception* et *les opérations pragmatiques de la conception* :

1/ Visant la conception du projet, les *opérations élémentaires de conception* font partie du langage architecturologique. Elles participent à la définition des mesures données au projet architectural. Cinq opérations sont définies en architecturologie et ont servi de grille d'analyse initiale.

2/ Les *opérations pragmatiques* sont posées comme compléments aux *opérations élémentaires* permettant de décrire l'activité cognitive liée directement à la conception du projet architectural, indépendamment du contexte, des acteurs, de leur nombre et/ou des outils utilisés. Les *opérations pragmatiques* sont impliquées dans et pour la conception mais peuvent ne pas porter (du moins de manière directe) sur les mesures du projet. Elles désignent, pour nous, des opérations permettant de connecter des personnes (par la construction de *référentiels opératifs communs*), des situations (par la construction d'une *conscience mutuelle* et d'une *compréhension partagée* de la situation commune), des points de vue (par un jeu d'*interprétations* graphiques et/ou orales, permettant la *synchronisation cognitive* entre les propositions des uns et des autres), des approches et des démarches variées (par des conversations réflexives, des négociations, des évaluations et des consensus autour de différents domaines de référence mis en jeu collaborativement par les concepteurs). Dans ce cadre, deux types d'*opérations pragmatiques de la conception* ont été identifiés à partir de nos expérimentations : des *opérations pragmatiques de collaboration* et des *opérations pragmatiques d'usage de l'outil*. Les premières concernent la situation même de collaboration à plusieurs entre différents concepteurs ; les deuxièmes concernent plus spécifiquement l'usage même de l'outil, ses fonctionnalités et ses possibilités de détournement par les concepteurs.

La disjonction entre ces opérations cognitives n'est pas facilement identifiable dans la description d'un processus particulier. Néanmoins, ce qui nous importe ici est la complexité opératoire de ces *opérations élémentaires de conception* et de ces *opérations pragmatiques de la situation de collaboration distante*.

Le tableau suivant rappelle la liste des différentes opérations mises en jeu dans le cadre de la collaboration distante outillée en conception architecturale (cf. Chap 5, p. 279) .

Opération	Définition	Typologies de l'opération		
		Op. élémentaires	Op. pragmatiques	
			de collaboration	d'usage d'outil
Remise en cause	Remettre en cause des choix relatifs à l'objet à concevoir.	x		
Dimensionnement/ Orientation	Dimensionner, redimensionner et/ou orienter l'objet, l'interface.	x		x
Découpage	Découper, planifier, hiérarchiser, structurer des choix, des situations, des interfaces.	x	x	x
Référenciation	Se référer à une donnée, une situation, un usage de l'interface.	x	x	x
Interprétation	Traduire, donner un sens, s'approprier la proposition.	x	x	
Mise en commun	Partager, définir, confirmer et/ou préciser des données.		x	
Autonomisation	S'isoler et travailler de manière autonome tout en considérant le travail des autres.		x	
Prise de décision	Décider et/ou imposer des directions, des objectifs, des choix.		x	
Évaluation	Avoir, donner, transmettre son point de vue sur la proposition, la situation, l'interface.		x	x
Construction de règles	Énoncer des règles pour gérer et coordonner l'activité, l'interface.		x	x
Appropriation	S'approprier et/ou détourner les fonctionnalités offertes par l'interface.			x

**Tableau 59: Listes des opérations mises en jeu dans le cadre de la collaboration distante outillée en conception architecturale**

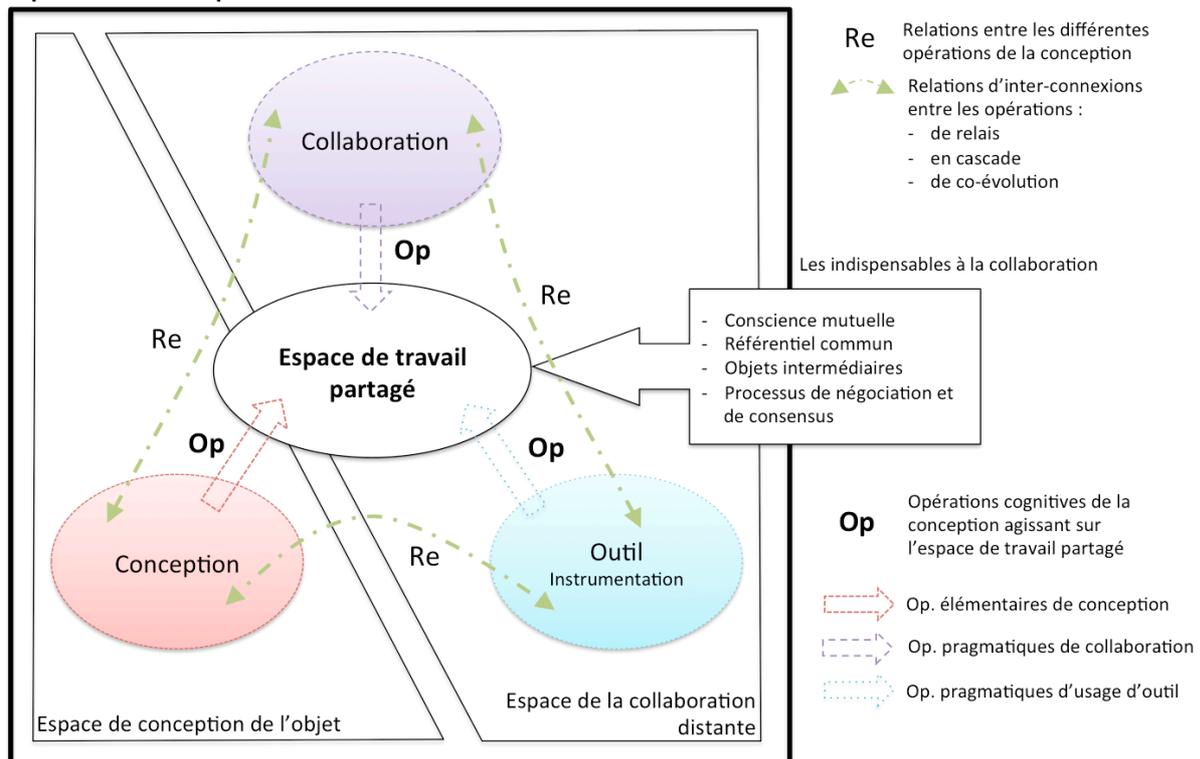
Chacune de ces opérations a fait l'objet d'un traitement architecturologique en vue de les définir et d'identifier les complexités opératoires qu'elles motivent dans la conception architecturale collaborative. Nous avons par ailleurs interrogé leurs interactions en vue de spécifier plus explicitement la conception architecturale collaborative distante et d'en construire une connaissance complexe. Nous avons précisé dans ce cadre trois types de relation :

- relation *en cascade* : lorsque les opérations sont reliées par nécessité ;
- relation *de relais* : lorsque les opérations sont reliées par choix ;
- relation de *co-évolution* : lorsqu'une opération évolue avec les autres opérations cognitives tout au long du processus de collaboration.

## - Modélisation de la conception :

A partir de toutes ces analyses, nous avons pu proposer une modélisation architecturologique de la conception architecturale collaborative outillée (cf. Chap 5, p. 320). Cette modélisation architecturologique consiste à penser l'architecture en tant qu'activité mentale par laquelle le projet conçu reçoit des mesures raisonnées. Elle constitue une connaissance de cette activité mentale en termes d'opérations de conception ou de classes d'opérations de conception visant à attribuer des mesures à l'espace.

### Espace de la conception collaborative distante



Cf. Figure p.320 : Modélisation de la conception architecturale collaborative distante et instrumentée

Cette modélisation théorique de la collaboration repose sur une triade d'opérations cognitives, constituée d'opérations élémentaires de conception, d'opérations pragmatiques de collaboration et d'opérations pragmatiques d'usage de l'outil.

### E. Applications outils : (cf. Chap 6)

Se basant sur ces résultats, nous avons pu mener une réflexion sur les environnements numériques partagés que nous avons observés dans les agences d'architecture. Leurs besoins se traduisent par quatre aspects :

- 6- La nécessité de la *co-modalité* des échanges dans l'activité de la conception architecturale collaborative, principalement lors des premières phases de conception : les principales modalités d'échange en conception architecturale

restent la parole et le dessin. La pertinence des gestes et des regards restent néanmoins à étudier ;

- 7- la nécessité de la *synchronisation cognitive* pour une compréhension partagée de la situation : cette synchronisation cognitive est clairement favorisée et nourrie par la synchronie des échanges entre les concepteurs géographiquement distants ;
- 8- la non adéquation des environnements actuels d'assistance à la collaboration distante aux phases préliminaires de la conception architecturale: les environnements mis à disposition des architectes aujourd'hui sont plus adaptés à des situations de conception distribuée ou à la coordination et la gestion de travail en groupe ;

Il est à savoir, qu'en plus de tous ces aspects, il y a aussi la difficulté de comprendre les apports et les limites de ces outils. Il est en effet laborieux d'évaluer des collecticiels sans comprendre parfaitement ce qui se déroule dans les pratiques actuelles de la conception architecturale. Ce dernier point rend ardu l'amélioration et/ou le développement de ces outils surtout lorsqu'ils ne sont pas testés dans le cadre de pratiques réelles en agence. Souvent, ils sont mis en œuvre dans des situations académiques ou pédagogiques qui ne sont pas réelles.

Pour participer à l'amélioration de ces assistances à la conception architecturale collaborative distante nous proposons donc 1/ une grille d'évaluation d'outils et 2/ un cahier de charge pour le développement d'outils adaptés à ces situations.

#### **- Grille d'évaluation :**

Nous proposons d'utiliser notre modélisation en termes d'opérations cognitives comme trame d'évaluation d'outils. Celle-ci pourra servir à des développeurs d'assistance à cette situation spécifique de conception, pour rapidement visualiser ce qui est permis ou pas par l'outil, en vue de l'améliorer et/ou de le modifier selon les objectifs attendus. Dans ce cadre, nous avons testé cette trame pour comparer trois dispositifs technologiques que nous avons exploités dans notre corpus de données. L'objectif de notre travail n'étant pas de chercher à comparer directement les performances des trois systèmes, cette ré-exploitation des données nous a permis de tester notre grille d'évaluation sur des outils autre que le SDC. Cette première application issue de nos études théoriques a d'ailleurs permis de qualifier le niveau de support que chacun peut apporter aux concepteurs. Soulignons que cette grille ne représente qu'une première proposition pour l'évaluation des outils. Il est nécessaire que celle-ci soit par la suite accompagnée d'études ergonomiques qualitatives et quantitatives permettant de compléter l'évaluation. Il est aussi intéressant d'y insérer d'autres paramètres comme les regards et les gestes que nous n'avons pas étudiés dans le cadre de notre travail.

#### **- Cahier des charges :**

Nous réutilisons ces mêmes résultats sur les opérations cognitives pour proposer de nouveaux systèmes d'assistance à la conception architecturale collaborative. Tout comme pour la grille d'analyse, nous avons questionné ces applications potentielles en les

mettant en œuvre relativement à l'outil que nous avons étudié au cours de nos expérimentations (le SDC). Pour ce faire, nous avons choisi trois applications à partir desquelles nous avons proposé un cahier des charges pour le développement de l'outil étudié : l'autonomisation, la prise de décisions et la mise en commun.

Les développements informatiques que nous proposons ici alimentent ainsi la partie appliquée de notre recherche, l'objectif étant de mieux assister les pratiques collaboratives distantes dans les agences d'architecture actuelles pour la conception de projets en phase préliminaire.

## 2. Apports de la recherche

Par ce travail de recherche architecturologique nous avons pu répondre à nos objectifs et apporter de nouvelles contributions concernant la conception architecturale collaborative distante, tout en s'appuyant sur deux champs : le champ du TCAO et celui de l'ergonomie cognitive.

- Notre première contribution s'insère dans le champ de la cognition. Nos travaux ont pu enrichir les connaissances sur les processus de la conception architecturale dans les situations de collaboration distante et outillée. Par la détection, la définition et l'étude des opérations cognitives mises en jeu dans les activités professionnelles de conception architecturale collaborative, nous avons pu proposer un schéma théorique exposant et révélant toute la complexité opératoire de ces situations ;
- Notre deuxième contribution se situe dans le domaine de *l'architecturologie appliquée*. Dans ce cadre, nous avons adopté les méthodes d'analyse architecturologique. Ce travail représente un enjeu essentiel pour les études architecturologiques de manière générale, puisqu'il poursuit les recherches qui ont été développées dans notre laboratoire et sur lesquelles d'autres recherches pourront se baser pour appréhender des situations nouvelles. A l'intermédiaire des méthodes adoptées en ergonomie cognitive et de celles définies en architecturologie appliquée, un procédé de description de l'activité cognitive en conception architecturale, plus adapté à un contexte expérimental faisant intervenir plusieurs acteurs, a été proposé puis appliqué dans nos études. Celui-ci s'appuie sur l'étude architecturologique des traces graphiques et des mots observés lors des expérimentations. Ces représentations graphiques et orales nous ont permis de décrire précisément, à partir de *l'architecturologie appliquée*, les opérations cognitives mises en jeu par les différents concepteurs.
- Notre troisième contribution concerne le domaine de l'interaction homme-machine et de la TCAO. Par nos analyses architecturologiques nous avons tenté de comprendre, à partir de la proposition d'une grille d'évaluation originale, les impacts de ces nouveaux outils d'aide à la collaboration distante et synchrone introduits au sein de l'activité actuelle des agences d'architecture. Cette trame théorique permet de révéler et qualifier la complexité opératoire de cette situation de conception architecturale collaborative distante tout en évaluant l'outil mis en place pour la supporter.
- Notre quatrième contribution est plus appliquée : elle vise à proposer des recommandations pour des assistances potentielles à la collaboration synchrone et distante en conception architecturale, traduite dans un cahier des charges que des développeurs informaticiens peuvent utiliser pour améliorer ou évaluer les fonctionnalités de leurs outils d'aide à cette situation particulière de conception.

### 3. Limites de la recherche

Comme rappelé dans la synthèse de nos résultats, très vite au cours de notre travail, nous avons dû limiter et cadrer notre question de recherche. En effet, les postulats et hypothèses, que nous avons posés, ont été nécessaires pour maîtriser notre corpus et notre champ d'étude. Nous avons ainsi évacué les divers systèmes d'interactions de la production d'un projet, tels que la coordination, la gestion, la concertation, la démocratie participative, etc., sans étudier leurs apports dans le cadre des situations collaboratives de conception. Nous avons aussi abandonné l'étude des systèmes BIM (*building information modelling*) en nous reposant sur le postulat que ces derniers assisteraient les situations de conception distribuée.

Nous aurions pu interroger d'autres plateformes pour la conception collaborative synchrone et à distance comme les outils qui empruntent une logique d'espace immersif. D'une part, nous avons préféré centrer notre corpus sur les outils déjà utilisés en agence d'architecture (tels que les systèmes de visioconférence et de partage d'écran). D'autre part, le projet CoCréa nous a permis (grâce à la collaboration avec nos partenaires du LUCID-ULg) d'avoir facilement accès à ce nouvel outil de partage d'annotations et de documents en temps réel et à distance (le SDC). Celui-ci a été le moyen utilisé dans nos expérimentations pour étudier la conception architecturale collaborative distante. Le montage de ces expériences en agence est cependant un exercice extrêmement fastidieux dans le domaine de l'architecture et cela pour deux raisons : la première est que la plupart des projets qui peuvent s'observer en phase esquisse sont des concours dont la capture des données et leur exploitation restent relativement compliquées ; la deuxième est qu'il s'avère difficile de trouver des praticiens prêts à participer à des expérimentations sachant que leurs calendriers sont généralement très serrés et que les dates de rendu ou de charrette ne sont jamais définitivement fixées. Nous n'avons pas, pour cette même raison, pu exploiter le retour des participants sur leurs expériences vécues. Ceci est dû au fait que, lors de notre restitution, peu d'architectes ont pu se libérer des contraintes de leur agenda.

Nous avons aussi évité toute question en rapport avec les spécificités de tel ou tel métier ou des relations hiérarchiques qui réunissent les acteurs entre eux. Il ne s'agissait pas de négliger le rôle de ces paramètres dans le processus de la conception architecturale mais il nous semblait plus important de savoir, en premier lieu, comment cette conception collaborative est nourrie plutôt que de savoir qui en est l'auteur. Toutefois l'identification de ces acteurs pourrait alimenter davantage le champ de recherche lors des études de cas.

Nous avons analysé les données issues des observations en agence et des expérimentations, et les interviews ont été exploitées à la fin de notre recherche. Cette procédure nous a conduit à peut-être ne pas considérer certaines opérations qui peuvent être importantes dans ces situations. Parmi celles-ci, une opération en particulier a été révélée par la suite, après qu'on ait fini nos analyses

architecturologiques. En réécoutant les interviews, nous avons constaté que le paramètre de *remise en cause* n'a pas été intégré, parce que nous avons considéré celui-ci comme participant à la définition même du processus de conception. Ce processus étant défini comme itératif, il ne nous avait pas semblé pertinent d'intégrer la *remise en cause* comme opération cognitive dans notre grille d'analyse. Mais constatant que cette grille ne permettait pas d'exprimer le manque de retour en arrière (dans le contexte du SDC), nous avons évoqué la possibilité de considérer cette *remise en cause* comme une possible nouvelle *opération pragmatique de conception*. Il nous apparaît important de poursuivre cette exploration pour la production de connaissances architecturologiques en conception architecturale collaborative outillée.

Enfin, il serait judicieux, dans un second temps, d'exploiter :

- d'une part, les résultats présentés par le laboratoire LIMSI-CNRS (partenaire de la recherche Cocréa) et qui s'insèrent dans le champ de l'ergonomie cognitive. Nous pensons sincèrement que la confrontation de ces deux analyses pourrait aboutir à des conclusions permettant de rapprocher des résultats qualitatifs et quantitatifs.
- d'autre part, le retour des participants sur leurs expériences vécues. Ceci est dû au fait que lors de notre restitution, peu d'architectes ont pu venir vu la difficulté de synchroniser leur disponibilité et l'ensemble de leurs calendriers qui est généralement bien chargé.

## 4. Perspectives

Un projet de post-doctorat est actuellement envisagé pour poursuivre ce travail de recherche.

Il concerne l'exploration des notions d'annotation dans les espaces collaboratifs de travail synchrone et à distance ainsi que le développement des potentialités permises par le Studio Distant Collaboratif à partir de certaines préconisations développées dans ce travail de thèse.

En effet, en s'appuyant sur nos analyses et nos grilles d'évaluation d'outils appliquées à cet environnement, nous avons pu souligner des manquements quant aux supports à l'autonomisation, à la prise de décision et à la mise en commun de bibliothèque projet. En d'autres termes, si le SDC répond bien aux conditions de conception synchrone à plusieurs (le We-Space), il n'intègre pas encore les activités de conception individuelles (I-Space) ni, forcément, l'articulation de l'une avec l'autre.

Cette notion d'I-Space s'avère pourtant essentielle pour l'émergence de solutions collectives. C'est donc le point particulier de l'articulation des modes de collaboration I-Space / We-Space que nous souhaitons développer davantage en nous focalisant sur trois opérations ciblées :

- l'autonomisation : pour un interlocuteur qui travaille seul sur un point particulier du problème commun et qui veut partager ensuite le fruit de sa contribution personnelle ;
- la prise de décision : lors du passage du We-Space vers les I-Spaces, quand les concepteurs cherchent à garder une trace suffisamment explicite pour poursuivre leur travail individuellement ;
- la mise en commun : pour de nouveaux intervenants n'ayant pas assisté à la réunion (We-Space) et souhaitant explorer individuellement par la suite (I-Space) les contenus développés.

Pour caractériser les modes de travail que doit supporter la collaboration instrumentée et développer le support à l'intelligence collective, nous proposons d'investiguer les questions de recherche suivantes :

1) Comment caractériser les configurations collaboratives We-Space / I-Space ? Quelles sont leurs conditions d'opérabilité ? Quels types d'interactions sont nécessaires pour les porter ?

2) Quelles articulations existent entre ces modes d'action et comment les implémenter dans le cadre de la collaboration instrumentée ? Comment garder une trace des contributions communes synchrones (We-Space) et des apports individuels asynchrones (I-Space) dans un historique mis au service de l'intelligence collective ?

Ces deux pistes de recherche sont, pour mon laboratoire d'accueil, intéressantes à développer. Pour y répondre, nous pouvons envisager une méthodologie de recherche

basée sur trois phases bien spécifiques :

- 1) Caractérisation du rôle des annotations : une attention toute particulière peut porter, selon nous, sur la notion d'annotation étendue, telle que le propose Boujut (2009) dans le domaine de la conception mécanique. Ainsi, nous proposons de considérer le "contexte annotatif" pour qualifier puis intégrer la contribution individuelle dans le processus collaboratif. Nous pensons en effet, à ce stade de nos réflexions, que la combinaison temps-réel / temps différé sera dans ce cadre utilement opérée par l'intégration de ce concept nouveau d'annotation étendue, supportant une description sémantique de l'acteur, de son intention (information, clarification, proposition ou évaluation) et de son effet sur l'objet de la conception (interruption, modification ou validation).
- 2) Expérimentation et analyse : cette phase envisage la contribution d'une agence pour de nouvelles expérimentations. *A priori*, nous collaborerons avec un studio d'architecture, identifié préalablement pour ses propres procédures originales de représentations et d'annotation formelles. Cette phase, conduite sur le terrain, débouchera sur l'analyse des transferts d'informations dans l'articulation I-Space / We-Space.
- 3) Modélisation et instrumentation : avec ces nouveaux résultats, nous chercherons à articuler notre modèle de collaboration synchrone (We-Space) avec les épisodes de contributions individuelles (I-Space) au processus de conception.

Le passage du laboratoire ARIAM-LAREA au laboratoire d'accueil LUCID-ULg permet de poursuivre concrètement l'examen et l'application des résultats architecturologiques de la thèse. Ce travail nourrirait, selon nous, de nouvelles réflexions à l'intermédiaire du champ de l'*architecturologie appliquée* et de la TCAO.

Avoir l'opportunité de travailler et de collaborer dans d'autres cadres de recherche universitaire et pluridisciplinaire nous permet ainsi d'ouvrir de nouvelles portes et d'envisager des collaborations futures entre différents laboratoires. Nous visons d'ailleurs, à l'issue de ce post-doc, deux types de contribution :

- Fondamentale en fournissant de nouvelles connaissances sur les opérations de collaboration pour l'émergence de l'intelligence collective en situation synchrone instrumentée d'une part et le rôle des annotations contextualisées d'autre part. Nous cherchons ainsi à modéliser le processus de conception suivant un séquençage d'informations des annotations contextualisées ;
- Appliquée en fournissant d'une part des recommandations et des spécifications pour le développement de fonctions logicielles à la plate-forme du SDC ; en renforçant les capacités de la solution logicielle proposée par le laboratoire liégeois à la communauté internationale de l'ingénierie et de la conception.



# Bibliographie

## A

Achten H.H., 2002. «Requirements for Collaborative Design in Architecture», in Timmermans H. (éd.), *Sixth Design and Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning - Part one: Architecture Proceedings Avegoor*, the Netherlands.

Akrich M., 1998. « Les utilisateurs, acteurs de l'innovation », in *Éducation permanente*, N°134, pp. 79-89.

Allal L., 1999. « Impliquer l'apprenant dans le processus d'évaluation : promesse et pièges de l'auto-évaluation », in Depover C., Noël B. (dir.), *L'évaluation des compétences et des processus cognitifs. Modèles, pratiques et contextes*, De Boeck et Larcier S.A., Bruxelles.

Allal L., Michel Y., 1993. « Autoévaluation et évaluation mutuelle en situation de production écrite », in *Évaluation formative et didactique du français*, dir. Allal L., Bain D., Perrenoud P., Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, pp. 239-264.

Allwood J., Traum D., Jokinen K., 2000. «Cooperation, Dialogue and Ethics», in *International Journal of Human-Computer Studies*, 53, pp. 871-914.

Amalberti R., de Montmollin M., Theureau J., 1991. *Modèles en analyse du travail*, Mardaga, Liège.

Andler D., 1992. « Ressemblance et communication », in Andler D. (éd.), *Introduction aux sciences cognitives*, Gallimard, Paris, pp. 219-238.

Arjun G., Plume J., 2006. «Collaborative Architectural Design as a Reflective Conversation: an agent facilitated system to support collaborative conceptual design Computing», in *Architectural Design: Re-Thinking the Discourse*, Second International Conference on Computer Aided Architectural Design.

Arnheim R., 1993. «Sketching and the Psychology of Design», in *Design Issues*, 9 (2), pp. 15-19.

Aubry S., 2007. *Annotations et gestion des connaissances en environnement virtuel collaboratif*, Thèse de doctorat, Université de Technologie de Compiègne, Compiègne.

## B

Baber C., Cross J., Yang F., Smith P., 2005. «Supporting shared analysis for mobile investigators», in *Proceedings of the International Workshop on Annotation for Collaboration - Methods, Tools and Practices*, CNRS - Programme société de l'information, La Sorbonne, Paris, pp. 11-20.

Badke-Schaub P., Neumann A., Lauche K., Mohammed S., 2007. «Mental models in design teams: a valid approach to performance in design collaboration?», in *CoDesign*, 3 (1), pp. 5-20.

Baird F., Moore C., Jagodzinski A., 2000. «An ethnographic study of engineering design teams at rolls-royce aerospace», in *Design Studies*, 21 (4), pp. 333-355.

- Bareigts C., 2000. « Importance de la coordination/coopération en terme d'apprentissage organisationnel », in *Actes du colloque Agent logiciels, coopération, apprentissage & activité humaine*, ATIEF, Biarritz, France.
- Barley S.R., 1986. « Technology as an occasion for structuring: Evidence from observations of CT scanners and the social order of radiology departments », in *Administrative science quarterly*, 31 (1), pp.78-108.
- Barthe B., Quéinnec Y., 1999. « Terminologie et perspectives d'analyse du travail collectif en ergonomie », in *L'année psychologique*, pp. 663-686.
- Bastien C., 1998. « Does context modulate or underlie human knowledge? », in Quelhas C., Pereira F. (eds.), *Cognition and Context*, Instituto superior de psicologia aplicada, Lisbonne, pp. 13-25.
- Bate J., Travell N., 1994. *Groupware*, Alfred Waller Limited.
- Bauni H., Kalay Y.E., Jeong Y., Cheng E.K.F., 2006. « Investigating the role of Social aspects in Collaborative Design », in *Proceedings of the 11th International Conference on Computer Aided Architectural Design Research in Asia*, Kumamoto, pp. 91-100.
- Beaudouin-Lafon M., Karsenty A., 1992. « Transparency and Awareness in a Real-Time Groupware System », in *Proceedings of the ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, pp. 171-180.
- Beers P., Boshuizen H., Kirschner P., Gijsselaers W., 2006. « Common ground, complex problems and decision making », in *Group Decision and Negotiation*, 15, pp. 529-556.
- Beetz J., Leeuwen V., Vries B.D., 2004. « Towards a multi agent system for the support of collaborative design », in Leeuwe J.P., Timmermans H.J.P. (eds), *Developments in Design & Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning*, Eindhoven University of Technology, Eindhoven, pp. 269-280.
- Béguin P., 1994. *Travailler avec la C.A.O. en ingénierie industrielle : de l'individuel au collectif dans les activités avec instruments*, Thèse de doctorat, Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris.
- Bencheikroun T.H., Weill-Fassina A., 2000. *Le travail collectif. Perspectives actuelles en ergonomie*, Octarès, Toulouse.
- Bénech P., 2005. *Apprentissage collaboratif et coopératif*, disponible sur <http://www.dismoitic.net/-Apprentissage-collaboratif-et-.html>.
- Ben Rajeb S., Leclercq P., 2012. « Quelles collaborations distantes synchrones dans les pratiques de conception architecturale ? Analyses comparées des pratiques de conception assistées par la visioconférence, le partage d'écran et le Studio Distant Collaboratif », in *Actes du colloque 01 Design'8, Echelles, Espaces, Temps*, Bruxelles.
- Ben Rajeb S., 2011. « Collaboration, coopération ou participation », in *DNArchi.fr*, <http://dnarchi.fr/culturenumerique/collaboration-cooperation-ou-participation> (publication sur le net).
- Ben Rajeb S., Lecourtois C., Guéna F., 2011 (a). « Résultats des analyses en ergonomie-cognitive et architecturologie des expérimentations en coprésence et à distance outillée », in *Programme Création : acteurs, objets, contexte*, Rapport de recherche Cocréa pour l'ANR, Lot 3.2 / Livrable T32 (rapport livré à l'ANR).

Ben Rajeb S., Lecourtois C., Guéna F., 2011 (b). « Specific operations of conception in collaborative design aided by Studio Digital Collaborative », in *Actes du colloque CAAD Futures 2011, Designing together*, Université de Liège.

Ben Rajeb S., Lecourtois C., Guéna F., 2010 (a). « Operations of conception in Architectural Collaborative Design », in *Proceedings of eCAADe 2010, Conference future cities*, Zurich, pp. 687-695.

Ben Rajeb S., Lecourtois C., Guéna F., 2010 (b). « Conception architecturale collaborative assistée par ordinateur : entre paroles et dessins », in *Actes de 01Design'7, Conception assistée par concepteur*, Evreux, pp. 239-250.

Ben Rajeb S., Lecourtois C., Guéna F., 2010 (c). « Collaboration entre experts dans la conception architecturale assistée par ordinateur : Cas d'Architectes et Ingénieurs », in *Ville, Transport et Territoire, Quoi de neuf ?*, Journée Pôle ville de l'Université Paris-Est, Paris, (communication orale).

Ben Rajeb S., 2007. *La conception architecturale assistée par ordinateur : la représentation graphique numérique*, mémoire de stage de Master, Parcours recherche, ARIAM-LAREA.

Blessing L., Chakrabarti A., 2002. « DRM: A Design Research Methodology », in *Proceeding of the International Conference of the Sciences of Design*, Lyon.

Blondel J.-F., 2002 (réédition). *Cours d'architecture*, Phénix, Paris.

Bødker S., 2000. « Scenarios - setting the stage for reflection and action in user-centered design », in *Interacting with Computers*, 13 (1), pp. 61-77, disponible sur <http://dx.doi.org/10.1145/352515.352520>.

Bødker K., 1988. « Analysis and design of computer systems supporting complex administrative work processes », in *Information Technology & People*, 4 (1), pp. 75-89.

Bonnardel N., 2009. « Activités de conception et créativité : de l'analyse des facteurs cognitifs à l'assistance aux activités de conception créatives », in *Le travail humain*, Presses Universitaires de France, 72, disponible sur <http://www.cairn.info/article.php>.

Bonnardel N., 2006. *Créativité et conception. Approches cognitives et ergonomiques*, Solal Editions, Marseille.

Bonnardel N., 1999. « L'évaluation réflexive dans la dynamique de l'activité du concepteur », in Perrin J. (éd.), *Pilotage et évaluation des activités de conception*, L'Harmattan, Paris, pp. 87-105.

Bonnardel N., 1992. « Les référents évaluatifs dans les activités de conception », in *Technologies Idéologies Pratiques*, 10, pp. 147-159.

Borillo M., Goulette J.-P., 2002. *Cognition et création*, Mardaga, Paris.

Bossuet C., Lamothe J., Lacoste G., 1997. « Analyse des formes de coopération entreprises : influence des niveaux informationnels », *2ème Congrès International Franco-Québécois*, Albi, (communication orale).

Boudon P., 2009. « Complexité de la conception architecturale : conception et Représentation », in *Synergies Monde*, 6, pp. 105-110.

Boudon P., 2005. « Faire et faire faire », in Clénet J., Poisson D. (dir.), *Complexité de la formation et formation à la complexité*, L'Harmattan, Paris, pp. 101-107.

Boudon P., Engrand G., Lecourtois C., 2005. *Vers un dictionnaire en architecturologie*,

Rapport final, AREA, COPEDITH.

Boudon P., 2003. *Sur l'espace architectural*, Parenthèses, Marseille.

Boudon P., 2002. *Echelle(s)*, Anthropos, Marseille.

Boudon P., Deshayes P., Pousin F., Schatz F., 2000. *Enseigner la conception architecturale, cours d'architecturologie*, Editions de la Villette, Paris.

Boudon P., Deshayes P., 1997. *Les sciences de la conception sont-elles enseignables ?*, Dossier MCX 12, Association européenne du Programme Modélisation de la Complexité, Aix-en-Provence.

Boudon P., 1994. « Expérience et connaissance », in *Vers une architecturologie expérimentale*, Rapport quadriennal de recherche, LAREA, pp. 2-89.

Boudon P., 1991. « De l'architecture à l'épistémologie – la question de l'échelle », Presses Universitaires de France, Paris.

Boudon P., Pousin F., 1988. *Figures de la conception architecturale*, Dunod, Paris.

Boudon P., 1978. *Richelieu, ville nouvelle. Essai d'architecturologie*, Dunod, Paris.

Boudon P., Decq Q., 1976. *Figuration graphique en architecture. Fascicule 3b : Architecturologie des sigles*, AREA, COPEDITH.

Boudon P., 1974. *Figuration graphique en architecture. Fascicule 3a : Sémiologie des figures et syntaxe des formes*, AREA, COPEDITH.

Boujut J.-F., Roulland F., Castellani S., Willamowski F., Martin D., 2010. «The mediation role of shared representations in cooperative activities: new challenges», in Stevens G. (ed.), *Workshop Proceedings of 9th International Conference on the Design of Cooperative Systems, International Reports on Socio-informatics*, 7 (1), pp. 170-320.

Boujut J.F., Hisarciklilar O., 2009. «A Speech Act Theory-based information model to support design communication through annotations», in *Computers in Industry*, Elsevier, pp. 510-519.

Boujut J.-F., 2003. «User-defined annotations: Artefacts for co-ordination and shared understanding in design teams», in *J. Eng. Design*, 14 (4), pp. 409-419.

Boujut J.-F., Laureillard P., 2002. «A co-operation framework for product process integration in engineering design», in *Design Studies*, 23 (5), pp. 497-513.

Boujut J.-F., 2001. *Outils aux interfaces : Pour le développement de processus de conception coopérative*, Thèse d'Habilitation à Diriger de Recherches, INP Grenoble, Grenoble.

Boujut J.-F., 2000. *Intégration produit-process en conception : organisation et outils*, rapport d'activité, programme PROSPER : Systèmes de Production, Stratégies, Conception, Gestion.

Bourassa R., Edwards G., 2007. « La réalité mixte, les mondes virtuels et la géomatique : de nouveaux enjeux », in *Actes du colloque Géocongrès International: Histoire de voir le monde*, Québec.

Bourdon F., Weill-Fassina A., 1994. « Réseau et processus de coopération dans la gestion du trafic ferroviaire », in *Le travail humain*, 57 (3), pp. 271-287.

Brassac C., Grégori N., 2003. « Etude clinique d'une activité collaborative : la conception d'un artefact », in *Le Travail Humain*, 66 (2), pp. 101-127.

Brassac C., 2002. « L'engendrement du sens en conversation : une constructibilité par défaut », in *Psychologie de l'Interaction*, 11/12, pp. 187-203.

Brassac C., Grégori N., 2001. « Éléments pour une clinique de la conception collaborative », in *Actes du dixième atelier Le travail Humain, Modéliser les activités coopératives de conception*, Paris, pp. 73-92.

Brassac C., 2000. « Intercompréhension et Communication », in Berthoud A.-C., Mondada L., Lang P. (dir.), *Modèles du discours en confrontation*, Berne, pp. 219-228.

Brennan S.E., 1998. «The Vocabulary Problem in Spoken Dialogue Systems», in Luperfoy S. (ed.), *Automated Spoken Dialog Systems*, MIT Press, Cambridge.

Breslin J.G., 2008. «Social Semantic Information Spaces», in *Semantic Digital Libraries*, pp. 55-70.

Breznitz D., 2007. *Innovation and the State*, Yale University Press, New Haven, RI.

Bringay S., 2006. *Les annotations pour supporter la collaboration dans le dossier patient électronique*, Thèse de doctorat en informatique, Université d'Amiens.

Brissaud D., Garro O., 1996. «An approach to concurrent engineering using distributed design methodology», in *Concurrent engineering: research and applications*, 4 (3).

Brossard M., 1997. « Pratiques d'écrits, fonctionnements et développement cognitifs », in Moro C., Schneuwly B., Brossard M. (éds.), *Outils et signes*, Peter Lang, Bern, pp. 95-114.

Brown J.S., Collins A., Duguid P., 1989. «Situated cognition and the culture of learning», in *Educational Researcher*, 18 (1), pp. 32-42.

Bucciarelli L.L., 1988. «An ethnographic perspective on engineering design», in *Design Studies*, 9 (3), pp. 159-168.

Bucciarelli L.L., 2002. «Between thought and object in engineering design», in *Design Studies*, 23 (3), pp. 219-231.

Buzan B., Buzan T., 2003. *Mind map: dessine-moi l'intelligence*, Éditions d'Organisation, Paris.

## C

Cadoz C., 1994. « Le geste, canal de communication homme/machine: la communication instrumentale », in *Technique et Science de l'Information*, 13 (1), pp. 31-61.

Caelen J., 2006. « La conception participative », in *Actes de la journée industrielle ADIRA*, Grenoble.

Caelen J., 2004. « La plate-forme MultiCom, pour inventer les usages des objets communicants du Futur », in *PaPyrus*, Université Joseph Fourier.

Cahour B., Darses F., Poveda O., 2001. *Modéliser et favoriser l'intégration des points de vue des co-concepteurs. Le cas de la conception d'une centrale de découpe en plasturgie automobile*, Rapport technique du projet INTÈGRE, CNAM, Paris.

Calvaire A., 1996. *Intégration de la multi-représentation en CAO*, Etablissement aérospatiale de Cannes et Laboratoires 13S, Cannes.

Cardon D., 1997. « Les sciences sociales et les machines à coopérer. Une approche

bibliographique du Computer Supported Cooperative Work (CSCW) », in *Réseaux*, 15 (85), pp. 13-51.

Carlile P., 2004. «Transferring, translating and transforming: an integrative framework for managing knowledge across boundaries», in *Organization Science*, 15, pp. 555-568.

Carroll J.M., Neale D.C., Isenhour P.L., Rosson M.B., McCrickard D.S., 2003. «Notification and awareness: synchronizing task-oriented collaborative activity», in *International Journal Of Human-Computer Studies*, 58, pp. 605-632.

Carroll J.M., Thoma J.C., Malhotra A., 1980. «Presentation and representation in design problem-solving», in *British Journal of Psychology*, 71, pp. 143-153.

Case M.P., Lu S.C.Y., 1996. «Discourse model for collaborative design», in *Computer Aided Design*, Elsevier Science, 28 (5), pp. 333-345.

Chanal V., 2000. « Communautés de pratique et management de projet : A propos de l'ouvrage de Wenger (1988). Communities of practice : Learning, Meaning and Identity », in *Management*, 3 (1), pp. 1-30, <http://www.dmsp.dauphine.fr/MANAGEMENT/PapersMgmt/31Chanal.pdf>.

Chatty S., Lecoanet P., 1996. «A pen-based Workstation for Air Traffic Controllers», in *Proceedings of the ACM CHI 1996 Conference on Human Factors in Computing Systems*, ACM/SIGCHI, ACM Press, pp. 87-94.

Cheng N., Kvan T., 2000. «Design collaboration strategies», in *Proceedings of the Fifth International Conference on Design and Decision Support Systems in Architecture*, pp. 62-73.

Chiflet J.L., 2011. *Oxymore mon amour : Dictionnaire inattendu de la langue française*, Chiflet & Cie, Paris.

Chimits C., Godier P., Tapie G., 1996. « Bilbao, entre volontarisme et pragmatisme », in Bonnet M. (dir.), *L'élaboration des projets architecturaux et urbains en Europe*, Rapport d'étude, CDU.

Chisholm R.M., 1997 (1964). « La liberté humaine et le moi », in Neuberger M. (éd.), *La responsabilité. Questions philosophiques*, Paris, Presses Universitaires de France, pp. 39-54.

Chiu M.-L., 2002. «An organizational view of design communication in design collaboration », in *Design Studies*, 23 (2), pp. 187-210.

Clancey W.J., 1997. *Situated Cognition: On Human Knowledge and Computer Representations*, Cambridge University Press, New York.

Clark H., 1996. *Using Language*, Cambridge University Press, New York.

Clark H.H., Brennan S.E., 1991. «Grounding in Communication», in Resnick L.B., Levine J.M., Teasley S.D. (dir.), *Perspectives on Socially Shared Cognition*, American Psychological Association, pp. 127-149.

Clot Y., 1999. *La fonction psychologique du travail*, Presses Universitaires de France, Paris.

Conan M., 1990. *Concevoir un projet d'architecture*, L'Harmattan, Paris.

Coons S.A., 1963. «An outline of the requirements for a computer-aided design system», in *Proceedings of the May 21-23, spring joint computer conference*.

Cooper R.G., Kleinshmidt E.L.J., 1991. «New product processes at leading industrial firms», in *Industrial Marketing Management*, 20, pp. 137-147.

Cottone P., Mnatovani G., 2003. «Grounding "subjective views" Situation awareness and coreference in distance learning», in Riva G., Davide F., IJsselsteijn W. (eds.), *Being There: Concepts, effects and measurement of user presence in synthetic environments*, IOS Press, Amsterdam.

Courbon J.C., Tajan S., 1997. *Groupeware et Intranet*, InterEditions, Paris.

Cross N., 2001. «Design cognition: results of protocol and other empirical studies of design activity», in Eastman C.M., McCracken W.M., Newstetter W.C. (eds.), *Design knowing and learning: Cognition in design education*, Elsevier, Amsterdam, pp. 79-103.

Cross N., 2000. *Strategies for Product Design*, The Open University, Milton Keynes.

Cross N., Clayburn Cross A., 1995. «Observations of teamwork and social processes in design», in *Design studies*, 16 (2), pp. 143-170.

Crozier M., Friedberg E., 1977. *L'acteur et le système : Les contraintes de l'action collective*, Le Seuil, Paris.

## D

Daniellou F., 2007. « Des fonctions de la simulation des situations de travail en ergonomie », in *Revue électronique activités*, 4 (2), pp. 77-83, <http://www.activites.org/v4n2/v4n2.pdf>.

Daniellou F., 1994. «L'ergonome et les acteurs de la conception», in *Ergonomie et Ingénierie : XXIXe Congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française*, Paris, pp. 27-32.

Daniellou F., 1988. «Ergonomie et démarche de conception dans les industries de process continus, quelques étapes clefs », in *Le Travail Humain*, 51 (2), pp. 184-194.

Darses F., Mayeur A., Ben Rajeb S., Lecourtois C., Guéna F., Safin S., Leclecrq P., 2011, *Rapport final*, Lot 2.4, Livrable projet ANR CoCréA.

Darses F., 2009. « Résolution collective des problèmes de conception – Synthèse », in *Le travail humain*, 72 (1), pp. 43-59.

Darses F., Mayeur A., Elsen C., Leclercq P., 2008. «Is there anything to expect from 3D views in sketching support tools?», in Gero J., Goel A., *Design Computing and Cognition '08: Proceedings of the Third International Conference on Design Computing and Cognition*, USA Springer, Atlanta, pp. 283-302.

Darses F., Wolff M., 2006. «How do designers represent to themselves the users' needs?», in *Applied Ergonomics*, 37 (6), pp. 757-764.

Darses F., 2004. *Processus psychologiques de résolution collective des problèmes de conception : contribution de la psychologie ergonomique*, HDR, Psychologie Ergonomique, Université de Paris V- René Descartes.

Darses F., Détienne F., Visser W., 2004 (a). « Les activités de conception et leur assistance », in Falzon P. (éd.), *Ergonomie*, Presses Universitaires de France, Paris, pp. 545-563.

Darses F., Dieng-Kuntz R., Simone C., Zacklad M., 2004 (b). *Cooperative Systems Design: Scenario-Based Design of Collaborative Systems*, IOS Press.

Darses F., Falzon P., Mondutéguay C., 2004 (c). « Paradigmes et modèles pour l'analyse cognitive des activités finalisées », in Falzon P. (éd.), *Ergonomie*, Presses Universitaires de France, Paris, pp. 191-212.

Darses F., 2002. « Editorial : Activités coopératives de conception », in *Le Travail Humain*, 65 (4), pp. 289-292.

Darses F., 2001. « Converger vers une solution en situation coopérative de conception: analyse cognitive du processus d'argumentation », in *Modéliser les activités coopératives de conception, Actes du 10ème Atelier du Travail Humain*, Paris.

Darses F., Détienne F., Visser W., 2001. « Assister la conception : perspectives pour la psychologie cognitive ergonomique », in *Epique 2001 - Journées d'étude en Psychologie ergonomique*, Nantes.

Darses F., 1997. « L'ingénierie concourante: Un modèle en meilleure adéquation avec les processus cognitifs en conception », in Brossard P., Chanchevrié C., Leclair P. (éds.), *Ingénierie Concourante. De la technique au social*, Economica, Paris.

Darses F., Falzon P., 1996. « La conception collective : une approche de l'ergonomie cognitive », in de Terssac G., Friedberg E. (éds.), *Coopération et Conception*, Octarès, Toulouse, pp. 123-135.

Darses F., 1994. *Gestion de contraintes dans la résolution des problèmes de conception*, Thèse de doctorat, Université Paris 8, Saint Denis.

Darses F., Falzon P., 1994. « La conception collective : une approche de l'ergonomie cognitive », in *Coopération et Conception*, Toulouse, pp. 1-12.

Darses F., Falzon P., Robert J.M., 1993. « Cooperating partners: investigating natural assistance », in Salvendy G., Smith M. J. (eds), *Human-computer interaction: Software and hardware interfaces*, Elsevier, New York.

D'Astous P., Détienne F., Robillard P. N., 2004. « Changing our view on design evaluation meetings methodology: a study of software technical review meetings », in *Design Studies*, 25 (6), pp. 625-655.

David M., 2002. *Définition d'un cadre pour l'organisation et l'évaluation des activités du travail coopératif*, Thèse de doctorat, Université Henri Poincaré, Nancy.

David B., 2001. « IHM pour les collecticiels », in *Réseaux et Systèmes Réparties (RSR-CP)*, 13, Hermes Science, pp. 169-206.

David B., 1998. « Apports de la technologie informatique à l'Ingénierie Concourante : cas du Workflow et du Groupware », in Foulard C. (éd.), *L'entreprise communicante*, Hermès, Paris, pp. 267-294.

David B., 1996. « Ergonomie du Travail coopératif en conception », in Ergo IA96, <http://www.icct.insa-lyon.fr/tarpin/publis/ergia96.pdf>.

Davidson J., Campbell D., 1996. « Collaborative Design in Virtual Space: Greenspace II: Shared Environment for Design Review », in *Proceedings of National Conference Association of Computer Aided Design in Architecture (ACADIA'96)*, Tucson.

de Boissieu A., Lecourtois C., Guéna F., 2011. « "Operation of parametric modelling" and/or "operation of architectural conception" ? Expressing relationships in parametric modelling », in *Proceedings of eCAADe*, Ljubljana.

de Boissieu A., Guéna F., Lecourtois C., 2010. « Modélisation paramétrique partagée. Le cas de l'utilisation de Digital Project lors de la conception du Pavillon de la Fondation Louis

Vuitton pour la Création (Gehry Partners) sous l'angle des opérations de découpage », in *Actes du Scan'10 Espaces collaboratifs*, Marseille.

Defays A., Safin S., Darses F., Mayeur A., Ben Rajeb S., Lecourtois C., Guéna F., Leclercq P., 2012. « Invisible computer for collaborative design : Evaluation of multimodal sketch-based environment », in *Proceedings of the 18th World congress on Ergonomics. A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, Brésil.

Delaveau A.-S., Guéna F., Lecourtois C., 2009. «Digital as tool/reference for architectural conception», in *Proceedings of the 27th Conference on Education in Computer Aided Architectural Design in Europe*, Istanbul.

Delignières D., 1991. « Apprentissage moteur et verbalisation », in *Echanges & Controverses*, 4, pp. 29-42.

Denis M., 1989. *Image et cognition*, Presses Universitaires de France, Paris.

Denis M., Engelkamp J., Richardson J.T.E., 1988. *Cognitive and neuropsychological approaches to mental imagery*, Martinus Nijhoff, Dordrecht.

Denoue L., 2000. *De la création à la capitalisation des annotations dans un espace personnel d'informations*, Thèse de doctorat, Université De Savoie.

DeSanctis G., Poole M.S., 1994. «Capturing the Complexity in Advanced Technology Use: Adaptative Structuration Theory», in *Organization Science*, 5 (2), pp. 121-147.

de Saussure F., 1995. *Cours de linguistique générale*, Payot, Paris.

de Terssac G., Rogalski J., 1994. « Le travail collectif : introduction », in *Le Travail Humain*, 57 (3), pp. 203-208.

de Terssac G., Chabaud C., 1990. « Référentiel opératif commun et fiabilité », in Leplat J., de Terssac G. (éds.), *Les facteurs humains de la fiabilité dans les systèmes complexes*, Octarès, Toulouse, pp. 110-139.

Détienne F., 2006. «Collaborative design: Managing task interdependencies and multiple Perspectives», in *Interacting with Computers*, 18 (1), pp. 1-20.

Détienne F., Martin G., Lavigne E., 2005. «Viewpoints in co-design: a field study in concurrent engineering», in *Design Studies*, 26, pp. 215-241.

Détienne F., Boujut J., Hohmann B., 2004. «Characterization of collaborative design and interaction management activities in a distant engineering design situation», in Darses F., Dieng R., Simone C., Zacklad M. (eds.), *Cooperative systems design: scenario-based design of collaborative systems*, IOS Press, pp. 83-98.

Détienne F., Burkhardt J.-M., 2001. « Des aspects d'ergonomie cognitive dans la réutilisation en génie logiciel », in *Techniques et Sciences Informatiques*, 20 (4), pp. 461-487.

Détienne F., Visser W., D'Astous P., Robillard P. N., 1999. «Two complementary approaches in the analysis of design team work: the functional and the interactional approach», in *CHI99 Basic Research Symposium*, Pittsburgh, Pennsylvania.

Dewey J., 2005 (trad.) (1906). « “La réalité comme expérience” », Saint Germier P., Truc G. (trad.), in *Tracés. Revue de Sciences humaines*, URL : <http://traces.revues.org/204>.

Dillenbourg P., Ott D., Wehrle T., Bourquin Y., Jermann P., Corti D., Salo P., 2002. «The socio-cognitive functions of community mirrors», in Flückiger F., Jutz C., Schulz P., Cantoni L. (eds), *Proceedings of the 4th International Conference on New Educational Environments*, Lugano.

Dillenbourg P., 1999. «What do you mean by collaborative learning?», in Dillenbourg P. (ed.) *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches*, Elsevier, Oxford, pp. 1-19.

Dillenbourg P., Baker M., Blaye A., O'Malley C., 1995. «The evolution of research on collaborative learning», in Spada E., Reiman P. (eds), *Learning in Humans and Machine: Towards an interdisciplinary learning science*, Elsevier, Oxford, pp. 189-211.

Dodier N., 1995. « Les Hommes et les Machines : La conscience collective dans les sociétés technicisées », in *Collection Leçons de Choses*, 1152 (345), Editions Métailié.

Dodier N., 1993. *L'expertise médicale. Essai de sociologie sur l'exercice du jugement*, Métailié, Paris.

Dong A., 2005. «The latent semantic approach to studying design team communication», in *Design studies*, 26 (5), pp. 445-461.

Dornburg C.C.S., George S., Forsythe J.C., 2009. «Assessing the effectiveness of electronic brainstorming in an industrial setting: experimental design document», in *The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 51 (4), pp. 519-527.

Dorst K., Cross N., 2001. «Creativity in the design process: Co-evolution of problem-solution», in *Design Studies*, 22, pp. 425-437.

Dorta T., Kalay Y., Lesage A., Pérez E., 2011. «Design conversations in the interconnected HIS», in Carrara G., Fioravanti A., Trento A. (eds.), *Connecting Brains Shaping the World: Collaborative Design Spaces, EuropIA 13*, Rome, pp. 83-94.

Dorta T., 2007. «Implementing and Assessing the Hybrid Ideation Space: a Cognitive Artefact for Conceptual Design», in *International Journal of Design Sciences and Technology*, 14 (2), pp. 119-133.

Dourish P., Bellotti V., 1992. «Awareness and Coordination in Shared Workspaces», in *Proceedings of CSCW'92*, Toronto.

Dubuisson C., Leclerc S., de Maisonneuve S., 1995. « Les graphes conceptuels : un outil de représentation des langues signées », in *Actes du colloque de l'ACL 95*, Montréal.

Ducrot O., 1972. *Dire et ne pas dire : Principes de sémantique linguistique*, Hermann, Paris.

## E

Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K., 2008. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*, Wiley, New Jersey.

Eastman C., 1999. *Building Product Models: Computer Environments, Supporting Design and Construction*, CRC Press, Georgia.

Eastman C., 1969. «Cognitive processes and ill-defined problems: a case study of design», in *Proceedings of International Joint Conference on Artificial Intelligence IJCAI'69*, Washington.

Eckert C., Boujut J.-F., 2003. «The role of objects in design co-operation: Communication through physical or virtual objects», in *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, 12 (2), pp. 145-151.

Ellis C., Wainer J., 1994. «A conceptual model of groupware», in *Proceedings of the 1994 ACM conference on Computer Supported Cooperative Work*, pp. 79-88.

Ellis C.A., Gibbs S.J., Rein G., 1991. «Groupware: some issues and experiences», in *Communications of the ACM*, 34 (1), pp. 39-58.

Eloi S., 1989. « Stratégies, choix tactique et images mentales », in Rouyer J. (dir.), *L'Education Physique et Sportive: Aujourd'hui ce qui s'enseigne*, SNEP, Paris.

Elsen C., 2011. *La médiation par les objets en design industriel, perspectives pour l'ingénierie de conception*, Thèse de doctorat, Université de Liège.

Elsen C., Darses F., Leclercq P., 2010. *An Anthro-based Standpoint on Mediating Objects: Evolution and Extension on Industrial Design*, in *Design Computing and Cognition*, Stuttgart, (communication orale).

Engelbart D.C., 1962. *Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework*, Technical Report AFOSR-3223, Contract AF 49(638)-1024, Stanford Research Institute.

Engrand E., Lambolez S., Trognon A., 2002. *Communications en situation de travail à distance*, Presses Universitaires de Nancy, Nancy.

Epron J.P., 1981. *L'Architecture et la règle : essai d'une théorie des doctrines architecturales*, Liège, Mardaga.

Ericsson K.A., Simon H.A., 1993. *Protocol Analysis: Verbal Reports as Data*, MIT Press, Cambridge.

Ericsson K.A., Simon H.A., 1984. *Protocol analysis: verbal reports as data*, Bradford Books/MIT Press, Cambridge.

Evette T., Terrin J.-J., 2006. *Projets urbains. Expertises, concertation et conception*, Collection Cahiers Ramau 4, éditions La Villette, Paris.

## F

Falzon P., Darses F., 1996. « La conception collective : une approche de l'ergonomie cognitive », in de Terssac G., Friedberg E. (dir.), *Coopération et Conception*, Octarès, Toulouse.

Falzon P., 1994. « Dialogues fonctionnels et activité collective », in *Le Travail Humain*, 57 (4), pp. 299-312.

Falzon P., Darses F., 1992. « Les processus de coopération dans les dialogues d'assistance », in *Actes du 27ème congrès de la SELF*, Lille, pp. 23-25.

Falzon P., Bisseret A., Bonnardel N., Darses F., Détienne F., Visser W., 1990. « Les activités de conception : l'approche de l'ergonomie cognitive », in *Actes du Colloque « Recherches sur le Design »*, Compiègne.

Farel A., 1995. « Conception d'un bâtiment : l'organisation d'un travail collectif », in Pros R., Bassereau J.-F. (dir.), *Concevoir, Inventer, Créer*, L'Harmattan, Paris, pp. 51-63.

Fay D., Frese M., 2000. «Self-starting behavior at work: Toward a theory of personal initiative», in Heckhausen J. (ed.), *Motivational psychology of human development: Developing motivation and motivating development*, Elsevier, Amsterdam, pp. 307-337.

Fernandez A., 2002. « La préflexion du collectif est-elle représentable dans

l'autoconfrontation ? », in *Actes des Journées d'Act'Ing, Modélisation de la référencement, de l'équipe au lecteur*, Nouan-le-Fuzelier.

Finger S., Konda S.L., Subrahmanian E., 1995. «Concurrent design happens at the interfaces», in *Artificial Intelligence for Engineering Design Analysis and Manufacturing*, 9, pp. 89-99.

Fischer G., 2005. «Distances and diversity: Sources for social creativity», in *Proceedings of Creativity and Cognition*, London, pp. 128-136.

Fischer G., Lemke A., Mastaglio T., Morch A., 1991. *The role of critiquing in cooperative problem solving*, research report, University of Colorado Boulder, Dpt of Computer Science.

Fish R.S., Kraut R.E., Root R.W., Rice R.E., 1993. «Video as a technology for informal Communication », in *Communications of the ACM*, 36 (1), pp. 48-61.

Frayret J.-M., D'Amours F., D'Amours S., 2003. *Collaboration et Outils Collaboratifs pour la PME Manufacturière*, Rapport de recherche CEFRIO, Montréal, [http://www.cefrio.qc.ca/projets/proj\\_38.cfm](http://www.cefrio.qc.ca/projets/proj_38.cfm).

Friedberg E., 1993. *Le pouvoir et la règle. Dynamique de l'action organisée*, Le Seuil, Paris.

Fruchter R., Clayton M., Krawinkler H., Kunz J., Teicholz P., 1993. «Interdisciplinary communication medium for collaborative design», in *Proceedings of the Third International Conference on AI in Civil Engineering*, Edinburgh, pp. 1-28.

## G

Gabriel G., Maher M., 2002. «Coding and modeling communication in architectural collaborative design», in *Automation in construction*, 11 (2), pp. 199-211.

Garrigou A., 1992. *Les apports des confrontations d'orientations socio-cognitives au sein de processus de conception participatifs*, Thèse de doctorat en Ergonomie, Laboratoire d'Ergonomie et de Neurosciences du Travail, CNAM, Paris.

Gaver W.W., 1992. «The affordances of media spaces for collaboration», in *Proceedings of CSCW'92*, ACM, New York.

Gerbner G., 1956. «Toward a general model of communication», in *Audio Visual Communication Review*, IV (3), pp. 171-199.

Gero J.S., Kannengiesser U., 2004. «The situated function- behaviour-structure framework», in *Design Studies*, 25 (4), 2004, pp. 373-391.

Gero J.S., 1998 (a). «Conceptual designing as a sequence of situated acts», in Smith I. (ed.), *Artificial Intelligence in Structural Engineering*, Springer, Berlin, pp. 165-177, [http://mason.gmu.edu/~jgero/publications/1998/Gero\\_SEAAI.pdf](http://mason.gmu.edu/~jgero/publications/1998/Gero_SEAAI.pdf).

Gero J.S., 1998 (b). «Towards a model of designing which includes its situatedness», in Grabowski H., Rude S., Green G. (eds), *Universal Design Theory*, Shaker Verlag, Aachen, pp. 47-56, <http://mason.gmu.edu/~jgero/publications/1998/98oGerooDesignMethods.pdf>.

Gero J.S., Maher M.L., 1993. *Modeling Creativity and Knowledge-Based Creative Design*, Lawrence Erlbaum, Hillsdale, New Jersey.

Gero J.S., 1990. Design Prototypes: A Knowledge Representation, Schema for Design, in *AI Magazine*, 11 (4), pp. 26-36.

- Gero J.S., McNeill T., 1988. «An approach to the analysis of design protocols», in *Design Studies*, 19 (1), pp. 21-61.
- Gero J.S., 1987. *Expert Systems in Computer-Aided Design*, North-Holland, Amsterdam.
- Giboin A., 2004. «La construction de référentiels communs dans le travail coopératif», in Hoc J.M., Darses F. (éds.), in *Psychologie ergonomique : tendances actuelles*, Presses Universitaires de France, Paris, pp. 119-139.
- Gloor P.A., 2006. *Swarm Creativity: Competitive Advantage through Collaborative Innovation Networks*, Oxford University Press, Oxford, New York.
- Goel V., 1995. *Sketches of thought*, MIT Press, Cambridge.
- Goel V., Pirolli P., 1989. «Motivating the notion of generic design within information-processing theory: The design problem space», in *AI Magazine*, 10 (1), pp. 18-36.
- Goldschmidt G., 2003. «The backtalk of self-generated sketches», in *Design Issues*, 19 (1), pp. 72-88.
- Goldschmidt G., 1996. «The designer as a team of one», in Cross N., Christiaans H., Dorst K. (eds.), *Analysing Design Activity*, Chichester., John Wiley & Sons, pp. 65-91.
- Goldschmidt G., 1991. «The Dialectics of Sketching», in *Creativity Research Journal*, 4 (2), pp. 123-143.
- Gordon W.J.J., Poze T., 1987. *The new art of the possible: The basic course in synectics*, Porpoise Books, Cambridge.
- Gregory S.A., 1969. *The Design Method*, Butterworths, London.
- Grice H.P., 1979. «Logique et conversation », in *Communications*, 30, pp. 57-72.
- Grice H.P., 1969. «Utterer's Meaning and Intention», in *The Philosophical Review*, 78, pp. 147-177.
- Gronier G., Sagot J.C., 2007. « Le rôle des communications dans les projets de conception de produits : Comparaison des situations de travail collectif en présence et à distance », in *Actes de ARCo'07 – Cognition, Complexité, Collectif*, Acta-Cognitica, pp. 291-302.
- Gronier G., 2006. *Psychologie ergonomique du travail collectif assisté par ordinateur : l'utilisation du collecticiel dans les projets de conception de produits*, Thèse de doctorat, Mention Psychologie Spécialité Psychologie du travail et Ergonomie, Université de Franche-Comté.
- Gronier G., Sagot J.C., 2005. « Coopération à distance en conception de produits : analyse de l'usage d'un collecticiel », in Battistelli A., Depolo M., Fraccaroli F. (éds.), *La qualité de la vie au travail dans les années 2000. Actes du 13ème Congrès de Psychologie du Travail et des Organisations*, CD-Rom, Bologna, CLUEB, pp. 1445-1453.
- Grudin J., 1994. « Computer-Supported Cooperative Work: History and Focus », in *Journal, IEEE Computer*, 27 (5), pp. 19-26.
- Grusenmeyer C., Trognon A., 1997. « Les mécanismes coopératifs en jeu dans les communications de travail : un cadre méthodologique », in *Le Travail Humain*, 60 (1), pp. 5-31.
- Guéna F., Lecourtois C., Ben Rajeb S., Touzani F., 2011. *Vers un Web Collaboratif AIA*, Rapport final de recherche, AIA.

Guéna F., Lecourtois C., 2009. «Aided Architectural Sketching with markov Models : Dromies and Recognition», in *Proceedings of the 27th Conference on Education in Computer Aided Architectural Design in Europe*, Istanbul.

Guéna F., 2008. « L'informatique a-t-elle transformé la création architecturale ? », in *Le mensuel de l'université*.

Guéna F., Lecourtois C., Ciblac T., Untersteller L.P., Boudon P., 2006. « Vers un objet scientifique commun », in *Rapport d'activité scientifique 2006-2007*, ARIAM-LAREA, Paris.

Guéna F., 2005. «Assisting 3D Modeling from Documents», in *Proceedings of the 23rd Conference on Education in Computer Aided Architectural Design in Europe*, Lisbon.

Guéna F., Zreik K., Bajon J.Y., 1988. *Systèmes experts dans l'architecture, le bâtiment et les travaux publics, Etude de cas : La France, le Japon, les Etats-Unis et le Royaume Uni*, Collection Recherches, Ministère de l'Équipement, Plan Construction et Architecture.

Guéna F., Leininger J.P., Dufau J., Mangin J.C., Miramond M., 1986. *X2A : Un système d'évaluation technique et économique de bâtiment, CAO et Bâtiment : Etat et perspectives*, Ministère de l'Équipement, Plan Construction et Architecture.

Guibert S., Darses F., Boujut J.F., 2005. « Rôle des annotations dans l'élaboration collaborative d'une solution en conception mécanique », in *Actes des Troisièmes Journées d'Etude en Psychologie Ergonomique EPIQUE'2005*, Toulouse.

Guibert P., 2004. « Processus de socialisation des néo-enseignants en IUFM », in *De Bretagne et d'ailleurs, mélange offerts à A. Guillou*, éditions Université de Bretagne Occidentale.

Guiderdoni-Jourdain K., 2009. *L'appropriation d'une Technologie de l'Information et de la Communication en entreprise à partir des relations entre Usage Conception-Vision*, Thèse de doctorat, Université de la Méditerranée, Aix-Marseille II.

Guillaume J., Boudon P., Tabouret R., 1976. *Figuration graphique en architecture, Atelier de Recherche et d'Étude d'Aménagement*, compte-rendu scientifique DGRST-AREA.

Gutwin C., Greenberg S., 1998. «Design for individuals, design for groups: tradeoffs between power and workspace awareness», in *Proceedings of CSCW'98*, Seattle, pp. 207-216.

## H

Harmon R., Patterson W., Ribarsky W., 1996. «The virtual annotation system», in *Proceedings of IEEE Virtual Reality Annual International Symposium*, pp. 239-245.

Hatchuel A., Le Masson P., Weil B., 2004. «C-K theory in practice: Lessons from industrial applications», in Marjanovic D. (dir.), *Proceedings of 8th International Design Conference Design 2004*, Dubrovnik.

Hatchuel A., 2001. «Towards design theory and expandable rationality: The unfinished programme of Herbert Simon», in *Journal of Management and Governance*, 5 (3-4), pp. 260-273.

Hatchuel A., 1996. « Coopération et conception collective : Variété et crises des rapports de prescription », in de Terssac G., Friedberg E. (dir.), *Coopération et Conception*, Octarès, Paris, pp. 101-121.

Hatchuel A., 1994. « Apprentissages collectives et activités de conception », in *Revue*

*Française de Gestion*, 99, pp. 109-120.

Heylighen A., Martin G., 2002. «That exclusive concept of concept in architecture», in *Proceedings of DCC'04 : Design Computing and Cognition*, Massachusetts Institute of Technology.

Hisarciklilar O., Boujut J.-F., 2009. «A speech act theory-based information model to support design communication through annotations», in *Computers in Industry*, 60 (7), pp. 510-519.

Hisarciklilar O., 2009. *Formes et structures des annotations sémantiques pour supporter la communication en conception collaborative asynchrone*, Thèse de doctorat en « Génie Industriel », Institut polytechnique de Grenoble.

Hjelmslev L., 1943. *Prolégomènes à une théorie du langage*, Minuit, Paris.

Hohmann, B., 2002. *Etude empirique: Analyse d'une situation de conception coopérative médiatisée*, Rapport de DEA d'Ergonomie du Centre National d'Arts et Métiers, Paris.

Holyoak K.J., Spellman B.A., 1993. «Thinking», in *Annual Review of Psychology*, 4 (4), pp. 265-315.

Honigman A., Mayeur A., Darses F., Ben Rajeb S., Guéna F., Lecourtois C., Leclercq P., Safin S., 2010. « Quelles transformations du travail collaboratif architectural induites par l'utilisation du "Studio Digital Collaboratif" ? », in *Actes du 45ème congrès de la SELF*, Liège, Belgique.

Honigman A., Darses F., Lecourtois C., Ben Rajeb S., 2009. *Analyse des pratiques architecturales à distance instrumentées par le Studio Digital Collaboratif*, Lot 2.1, Livrable T12a projet ANR CoCréA.

Hubers J.C., 2009. «Collaborative design in Protospace 3.0<sup>o</sup>», in Wamelink H., Prins M., Geraedts R., *Changing roles; new roles, new challenges*, TU Delft Faculty of Architecture Real Estate & Housing, Delft, [www.changingroles09.nl](http://www.changingroles09.nl).

Hubert D., Thai M., Nogier Molly-Mitton C., 1995. « Le groupware et ses applications : dossier prospectif », in CXP International, Paris.

Hutchins E., 1995. *Cognition in the Wild*, MIT Press, Cambridge.

## J

James W., 1907. « Le pragmatisme, Extrait de Encéphali (Deuxième leçon) : Ce qu'est le pragmatisme », en ligne <http://www.cvm.qc.ca/encephi/contenu/textes/James.htm>.

Jeantet A., 1998. « Les objets intermédiaires dans la conception. Eléments pour une sociologie des processus de conception », in *Sociologie du travail*, 3, pp. 291-316.

Jeantet A., Boujut J.F., 1998. « Approche socio-technique », in Tollenaere M. (dir.), *Conception de produits mécaniques, Méthodes, modèles et outils*, Hermès.

Jimenez L.M., 2010. *Etude expérimentale de la production collective d'idées en utilisant des technologies de collaboration synchrone à distance*, mémoire, département de mathématiques et de génie industriel, Ecole Polytechnique de Montréal.

Johansen S., 1988. «Statistical analysis of cointegrating vectors», in *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12, pp. 231-254.

Johnson P.M., 1995. «Collaboration in the small vs. collaboration in the large», in *SIGOIS Bull*, 15 (3), pp. 19-21.

Jung T., Gross M.D., Do E.Y.-L., 2002. «Annotating and sketching on 3d web models», in *Proceedings of the 7th international conference on Intelligent user interfaces*, ACM Press, San Francisco.

## K

Kalay Y.E., 2004. «Architecture's New Media. Principles, Theories, and Methods of Computer-Aided Design», in *The MIT Press : Communication*, MIT Press, Cambridge, pp. 83-198.

Kalay Y.E., Mitchell W.J., 2004. *Architecture's New Media: Principles, Theories, and Methods of Computer-Aided Design*, MIT Press, Cambridge.

Kan J.W., Gero J.S., 2004. «A method to analyse team design activities», in *Proceedings of 38th ANZAScA Conference*, University of Tasmania, pp. 111-117.

Kanjaâ F., Reymen I.M.M.J., Veenliet K.T., 2004. «Design-management instrument for evaluation of communication and cooperation in multidisciplinary teams», in *Proceedings of Design 2004*, Dubrovnik.

Kant E., 1987. *Critique de la raison pure*, Flammarion, Paris.

Karsenty L., 2000. Cooperative work: the role of explanation in creating a shared problem representation, in *Le Travail Humain*, 63 (4), pp. 289-309.

Karsenty, A., 1994. «Le collectif : de l'interaction homme-machine à la communication homme-machine-homme », in *Technique et Science Informatiques*, 13 (1), pp. 105-127.

Klein A.J., Kleinhanns A., 2003. «Closing the time gap in virtual teams», in Gibson C.G., Cohen S.G., *Virtual teams that work – creating conditions for virtual team effectiveness*, Jossey-Bass, San Francisco.

Klein M., Lu S.C., 1989. «Conflict resolution in cooperative design», in *Artificial Intelligence in Engineering*, 4 (4), pp. 168-180.

Kristensen K., Hildre H.P., Sivertsen O.I., Røyrvik J., «Evaluating the organisational ROI of different collaborative strategies», in *Proceedings of Design 2004*, Dubrovnik.

Kvan T., 2000. «Collaborative design: what is it?», in *Automation in Construction*, 9 (4), pp. 409-415.

## L

LAREA, 1994. *Vers une architecturologie expérimentale*, Rapport quadriennal de recherche.

Larsson A., 2005. *Engineering Know-Who: Why social connectedness matters to global design teams*, Thèse de doctorat, Université Technologique de Luleå.

Laureillard P., 2000. *Conception intégrée dans l'usage : Mise en œuvre d'un dispositif d'intégration produit-process dans une filière de conception de pièces forgées*, Thèse de doctorat, Laboratoire Sols Solides Structures (3 S), Institut National Polytechnique de Grenoble.

Lawson T., 1990. *The Competency Initiative: Studies for Excellence for Human Resource Executives*, Golles & Holmes Custom Education, Minneapolis.

Lebahar J.-C., 2009. « Pratique professionnelle et enseignement de la technique d'organigramme en architecture : problèmes de transposition didactique », <http://hdl.handle.net/2042/23957>.

Lebahar J.-C., 1983. *Le dessin d'architecte : simulation graphique et réduction d'incertitude*, Roquevaire, Editions Parenthèses, Presses universitaires de France, Paris.

Leclercq P., Detheux A., 2009, « Etat de l'art des systèmes synchrones de collaboration distante graphique », in *Rapport interne Projet ANR Cocréa*, (Livrable T3b - P1.2 - L1), Université de Liège.

Leclercq P., 2008. « Going collaborative », in *Proceedings of 5th International conference CDVE Computer Aided Architectural Design: Experience Insight and Challenges*, Calvià, Mallorca.

Leclercq P., Elsen C., 2007. « Le croquis synthé-numérique », in *Actes du Séminaire de Conception Architecturale Numérique SCAN'05*, Paris, France.

Leclercq P., 2005. « Le concept d'esquisse augmentée », in *Actes du Séminaire de Conception Architecturale Numérique SCAN 2005*, Paris.

Leclercq P., 2004. « Invisible Sketch Interface in Architectural Engineering. Graphic recognition, recent Advanced and Perspectives », in *Lecture Notes in Computer Science*, LNCS, 3088, pp. 353-363.

Leclercq P., Martin G., Deshayes C., Guéna F., 2004. « Vers une interface multimodale pour une assistance à la conception architecturale », in *Actes de la 16ème conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine*, IHM 2004, Belgique, Namur, pp. 109-116.

Leclercq P., Juchmes R., 2002. « The Absent Interface in Design Engineering », in *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, AIEDAM Special Issue: *Human-computer Interaction in Engineering Contexts*, 16 (3), pp. 219-227.

Lecourtois C., Guéna F., 2012. « Architectural Design Education and Parametric Modeling : An Architecturological Approach », in Gu N., Wang X. (eds.), *Computational Design Methods and Technologies: Applications in CAD, CAM, and CAE Education*, Information Science Reference (an imprint of IGI Global), United States of America, pp. 338-350.

Lecourtois C., 2011 (a). « Studying collaborative design: Epistemology and research methodology », in Carrara G., Fioravanti A., Trento A. (dir.), *Connecting Brains shaping the world => collaborative design spaces*, Europa productions, Rome, pp. 25-37.

Lecourtois C., 2011 (b). « From Architecturology to Architecturological research », in *Proceedings of 3rd conference on architecture and research*, Research in Architecture, Lisbon.

Lecourtois C., 2011 (c). « Architecturological and epistemological research on collaborative design », in *International Journal of Design Sciences and Technology*, 18 (1), Europa productions, pp. 31-46.

Lecourtois C., 2010 (a). « Genèse cognitive d'un musée : Le cas du Musée Guggenheim de Bilbao », in *Revue d'études esthétiques : figures de l'art*, Presses Universitaires de Pau, Pau.

Lecourtois C., 2010 (b). « "Espace de la conception" d'architectures judiciaires : les nouveaux palais de justice (Caen, Melun, Nantes, Grenoble et Pontoise) », in *Diagonale Phi.*, 4, Université Lyon 3, Lyon.

Lecourtois C., 2010 (c). « Complexité architecturale et assistance informatique », in *Actes du Colloque DRS 2010, Ecole de Design industriel*, Faculté de l'aménagement, Université de Montréal.

Lecourtois C., Ben Rajeb S., Guéna F., Mayeur A., Darses F., Leclercq P., Safin S., 2010. « Interprétations collaboratives : Usages et implications du Studio Digital Collaboratif en situation de conception architecturale », in *Actes du colloque SCAN 10*, Marseille.

Lecourtois C., Guéna F., 2009 (a). « Eco-conception et Esquisse assistée, Conception architecturale numérique et approches environnementales », in *Actes du colloque SCAN 09*, Presses Universitaires de France (PUF), Nancy.

Lecourtois C., Guéna F., Ben Rajeb S., 2009 (b). *Etat de l'art sur les situations de travail collaboratif en architecture*, Lot 1.3, Livrable T3a projet ANR CoCréA.

Lecourtois C., Guéna F., 2007. « Figuration numérique et conception architecturale : modèles et échelles », in *Actes du colloque Les apports de l'image numérique en conception architecturale SCAN'07*, Liège.

Lecourtois C., 2006. « Recherche fondamentale et/ou pratique architecturale », in *Actes du colloque EURAU 2004*, ENSA de Marseille.

Lecourtois C., 2005. « Architecturologie appliquée à une sémiotique de l'esquisse architecturale », in *Actes du Colloque SCAN 05, Rôle de l'esquisse architecturale dans le monde numérique*, Paris.

Lee L-C., Wei W-J., 2007. « Behavior Analysis between Paper Sketching and Interactive Pen Display Sketching in Collaborative Design », in *Proceedings of 11th International Conference Computer Supported Cooperative Work in Design*, pp. 304-308.

Léglise M., 2002. « Conception assistée : Modélisation et interprétation », in *Modélisation architecturale et outils informatiques, Entre cultures de représentation et du savoir-faire*, Collection ACFAS, Les cahiers scientifiques, 95, pp. 51-66.

Léglise M., 1998. « Ordinateurs dans l'apprentissage de la conception : mental et instrumental » in *Actes de eCAADe'98*, EAPVM, Paris, pp. 138-145.

Leplat J., 1993. « Ergonomie et activités collectives », in Six F., Vaxevanoglu X. (éds.), *Les aspects collectifs du travail*, Toulouse, Octarès, pp. 7-27.

Leplat J., 1991. « Activités collectives et nouvelles technologies », in *Revue internationale de psychologie sociale*, 4, pp. 335-356.

Leplat J., Hoc J.-M., 1983. « Tâche et activité dans l'analyse psychologique des situations », in *Cahiers de psychologie cognitive*, 3 (1), pp. 49-63.

Levan K.S., Liebmann A., 1994. *Le Groupware: informatique management et organisation*, Editions Hermès, Paris.

Lewin K., 1959. *Psychologie dynamique, Les relations humaines*, Presses Universitaires de France, Paris.

Linder R., 2005. *Les plans d'expériences : Un outil indispensable à l'expérimentateur*, Les Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées, Paris.

Loch C., Terwiesch C., 1988. « Communication and uncertainty in concurrent engineering », in *Management Sci*, 44 (8), pp. 1032-1048.

Loiselet A., Hoc J.M., 2001. « La gestion des interférences et du référentiel commun dans la coopération: implications pour la conception », in *Psychologie Française*, 46, pp. 167-179.

# M

Maher P., 1993. *Betting on Theories*, Cambridge University Press, Cambridge.

Maher M.L., Paulini M., Murty P., 2010. «Scaling up: From individual design to collaborative design to collective design», in *Proceedings of Design Computing and Cognition '10*, Stuttgart.

Maher M., Tang H., 2003. «Co-evolution as a computational and cognitive model of design», in *Research in Engineering Design*, 14, pp. 47-63.

Maher M.L., Gero J.S., Saad M., 1993. «Synchronous Support and Emergence in Collaborative CAAD», in *Proceedings of CAAD Futures '93*.

Maier A.M., 2007. *A grid-based assessment method of communication in engineering design*, Thèse de doctorat, Department of Engineering, Selwyn College, University of Cambridge, Cambridge.

Malhotra A., Thomas J.C., Carroll J.M., Miller L.A., 1980. «Cognitive processes in design», in *International Journal of Man-Machine Studies*, 12, pp. 119- 140.

Marshall C., 1997. «Annotation: From paper books to the digital library», in *Proceedings of ACM International Conference on Digital Libraries*, Philadelphia.

Marshall C., Price M.N., Golovchinsky G., Schilit B.N., 1999. «Collaborating over portable reading appliances», in *Personal Technologies*, 3, pp. 43-53.

Martin G., Détienne F., Lavigne E., 2002. «Confrontation of viewpoints in a concurrent engineering process», in Chedmail P., Cognet G., Fortin C., Mascle C., Pegna G. (eds.), *Integrating design and manufacturing in mechanical engineering*, Kluwer Academic Publishers, London, pp. 3-10.

Martin G., Détienne F., Lavigne E., 2001. «Analysing viewpoints in design through the argumentation process», in Hirose M. (ed), *Proceedings of INTERACT'01*, Tokyo, pp. 521-529.

Mayeur A., Ben Rajeb S., Darses F., Lecourtois C., Caillou S., Guéna F., Honigman A., Leclercq P., Safin S., 2010. « Concevoir à plusieurs et à distance en architecture : vers de nouvelles pratiques professionnelles ? », in séminaire de *Globalisation et Territorialisation : questions de travail*, Université Paris 1 Sorbonne.

Marx K., 1977 (1974). *Economic and Philosophic Manuscripts of 1844*, Progress Publishers, Moscow.

Myers A., Hansen C.H., Brossard A., 2007. *Psychologie expérimentale*, de Boeck, Bruxelles.

McCall R., Ekaterini V., Joshua Z., 2001. «Conceptual design as hypersketching», in *Proceedings of CAAD Futures'01*, Kluwers, Dordrecht.

McGregor S.P., 2002. *Describing and Supporting the distributed Workspace: Towards a prescriptive process for Design Teams*, Phd Thesis, University of Strathclyde, Department of Design, Manufacture and Engineering management, Glasgow.

McMahon C., Daves D., 2005. «The use of markup in documents and in computer aided design: A comparison», in *Proceedings of International Workshop on Annotation for Collaboration*, Paris.

Melden A.I., 1961. *Free action*, Routledge and Keagan Paul, London.

Metz S., Renaut C., Cassier J.L., 2006. «Distant co-design among professionals: A proposal for existing activities classification», in *Proceedings of Meeting diversity in Ergonomics, IEA 2006*, Maastricht.

Meyer J.-J.C., Van der Hoek W., 2004. *Epistemic Logic for Computer Science and Artificial Intelligence*, Cambridge Tracts in *Theoretical Computer Science*, 41, Cambridge University Press.

Minneman S.L., 1991. *The Social Construction of a Technical Reality: Empirical Studies of Group Engineering Design Practice*, PhD Thesis, Department of Mechanical Engineering, Stanford University, Stanford, CA. Xerox Palo Alto Research Center report SSL-91-22.

Mintzberg H., 1982. *Structure et dynamique des organisations*, Les éditions d'organisation, Paris.

Mitchell W.J., 2004. «Challenges and opportunities for remote collaborative design», in Bento J., *Collaborative design and learning: Competence building for innovation*, International series on technology policy and innovation, Praeger, Conn, Westport, pp. 5-12.

Mitchell W.J., 1992. *The Reconfigured Eye: Visual Truth in the Post-Photographic Era*, The MIT Press, Cambridge.

Mitchell W.J., 1990. *The logic of architecture: design, computation, and cognition*, The MIT Press, Cambridge.

Mitchell W.J., 1977. *Computer-aided architectural design*, Van Nostrand Reinhold, New York.

Mitchell W.J., 1990. *The Logic of Architecture: Design, Computation, and Cognition*, The MIT Press, Cambridge.

Mitchell W.J., McCullough M., 1991. *Digital design media: a handbook for architects and design professionals*, Van Nostrand Reinhold, New York.

Moles A., 1986. *Théorie structurale de la communication et société*, Masson, Paris.

Montmollin M., 1997. *Vocabulaire de l'ergonomie*, Octarès, Toulouse.

Moscovici S., Doise W., 1992. *Dissensions et consensus*, Presses Universitaires de France, Paris.

Mugny G., Butera F., Sanchez-Mazas M., Pérez J.A., 1995. «Judgments in conflict : The conflict elaboration theory of social influence», in Boothe B., Hirsig R., Helminger A., Meier B., Volkart R. (eds.), *Perception-Evaluation-Interpretation*, Hogrefe and Huber Publishers, Ashland, pp. 160-168.

Muller M., Kuhn S., 1993. «Introduction», in *Communications of the ACM - Special Issue on Participatory Design*, 36 (4), pp. 24-28.

## N

Nakakoji K., Yamamoto Y., Reeves B.N., Takada S., 2002 (1999). «Two-dimensional positioning as a Means for Reflection in Design. Proceedings of DIS 2000», in Edmonds E., Candy L., Kavanagh T., Hewett T. (eds.), *Creativity and Cognition: Proceedings of the Fourth Conference on Creativity & Cognition*, Assn for Computing Machinery, Loughborough, pp. 145-154.

Navarro C., 1993. « L'étude des activités collectives de travail : aspects fondamentaux et méthodologiques », in Six F., Vaxevanoglou X. (éds.), *Les aspects collectifs du travail. Actes du XXVIIe Congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française*, Octarès, Toulouse, pp. 91-106.

Navarro C., 1991. « Une analyse de l'interaction dans les activités de travail », in *Le Travail Humain*, 54 (2), pp. 113-128.

Nemiro J.E., 2001. «Assessing the climate for creativity in virtual teams», in Beyerlein M.M., Johnson D.A., Beyerlein S.T. (eds.), *Virtual teams (Advances in Interdisciplinary Studies of Work Teams, Volume 8)*, Emerald Group Publishing Limited, pp. 59-84.

Neuberg M., 1990. « La contrainte », in *Dialogue*, 29, pp. 491-522.

Newell A., Simon H.A., 1972. *Human problem solving*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

Norman D.A., 1991. «Cognitive artifacts», in Carroll J.M. (ed.), *Designing Interaction: Psychology at the Human-Computer Interface*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 17-38.

Norman D.A., 1986. «Cognitive engineering», in Norman D.A., Draper S.W. (eds.), *User Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey, pp. 31-61.

Noro K., Imada, A.S., 1991. *Participatory ergonomics*, Taylor and Francis, London.

Nova N., 2005. «A Review of How Space Affords Socio-Cognitive Processes during Collaboration», in *Psychology*, 3 (2), pp. 118-148.

Novak J., 1998. *Learning, creating and using knowledge. Concept Maps™ as facilitative tools in schools and in corporations*, Lawrence Erlbaum, London.

Nozick R., 1990. *The normative theory of individual choice*, Garland, New York, London.

## O

Oakley M., 1990. *Design Management – A Handbook of Issues and Methods*, Basil Blackwell, Oxford.

Ochanine D.A., 1978. « Le rôle des images opératives dans la régulation des situations de travail », in *Psychologie et Education*, 3, pp. 63-79.

Ollman B., 1971. *Alienation: Marx's Conception of Man in Capitalist Society*, University Press, Cambridge.

Olson G.M., Olson J.S., 2000. «Distance matters», in *Human Computer Interaction*, 15, pp. 139-178.

Orlikowski W., 2000. «Using technology and constituting structure: a practice lens for studying technology in organizations», in *Organization Science*, 11 (4), pp. 404-428.

Orlikowski W., 1999. « L'utilisation donne sa valeur à la technologie », in *L'Art du management de l'information*, 8, Cahier spécial des Échos.

Orlikowski W., Robey D., 1991. «Information Technology and the Structuring of organisations», in *Information Systems Research*, 2, pp. 143-169.

Osborn A.F., 1963. *Applied imagination: Principles and procedures of creative problem solving*, Charles Scribner's Sons, New York.

Ostergaard K., Summers J., 2009. «Development of a Systematic Classification and Taxonomy of Collaborative Design Activities», in *Journal of Engineering Design*, 20 (1), pp. 57-81.

## P

Pahl G., Frankengerger E., Badke-Schaub P., 1999. «Historical background and aims of interdisciplinary research between Bamberg, Darmstadt and Munich», in *Design Studies*, 20 (5), pp. 401-406.

Pahl G., Beitz W., 1995. *Engineering Design: A Systematic Approach*, Springer, Verlag.

Palmer A., Burns S., Bulman C., 1994. *Reflective Practice in Nursing: the growth of the professional practitioner*, Blackwell Scientific, Oxford.

Panitz T., 1997. «Collaborative Versus Cooperative Learning: Comparing the Two Definitions Helps Understand the Nature of Interactive Learning», in *ERIC Clearinghouse*.

Panofsky E., 1967. *Essais d'iconologie*, Gallimard, Paris.

Peirce C.S., 1982. «Comment rendre nos idées claires ? », in *Revue philosophique de la France et de l'étranger*, VII, pp. 39-57.

Peirce C.S., 1958. *Collected Papers*, Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge.

Perrin F., García-Larrea L., Mauguière F., Bastuji H., 1999. «A differential brain response to the subject's own name persists during sleep», in *Clin Neurophysiol*, 110, pp. 2153-2164.

Perry M., Sanderson D., 1998. «Coordinating Joint Design Work: The Role of Communication and Artefacts», in *Journal of Design Studies*, 19, pp. 273-328.

Petit F., Dubois M., 1998. *Introduction à la psychosociologie des organisations*, Dunod, Paris.

Pilouk M., 1996. *Integrated modelling for 3D GIS*, PhD Thesis, Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation of the University of Twente ITC, The Netherlands.

Popper K.R., 1956. *Misère de l'historicisme*, Pion, Paris.

Pousin F., 1986. «Concevoir et visualiser : la représentation en question. Les nouvelles images et la CAO », in *Le Carré Bleu*, 2/3.

Prost R., 1992. *Conception architecturale. Une investigation Méthodologique*, L'Harmattan, Paris.

Prudhomme G., 1999. *Le processus de conception de systèmes mécaniques et son enseignement*, Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier, Grenoble.

Purcell T., Gero J.S., 1998. «Drawings and the design process: A review of protocol studies in design and other disciplines and related research in cognitive psychology», in *Journal of Design Studies*, 19 (4), pp. 389-430.

## Q

Quintrand P., 1986. « Les problèmes de la conception assistée par ordinateur en architecture », in *Le Carré Bleu*, 2/3.

Quintrand P., 1985. *Travaux GAMS AU sur la régularité en architecture. Identification des composants architecturaux et constructifs manipulés dans le projet d'architecture*, GAMS AU/BETEREM/Plan construction et Architecture.

Quintrand P., Autran J., Florenzano M., Fregier M., Zoller J., 1985. *La CAO en architecture*, Hermès, Paris.

Quintrand P., 1984. « Concevoir et dessiner l'architecture ... avec une machine », in *L'image en architecture, les images à dessiner*, Edition Ecole d'Architecture de Marseille Luminy, Marseille.

## R

Rabardel P., Carlin N., Chesnais M., Lang N., Le Joliff G., Pascal M., 1998. *Ergonomie. Concepts et méthodes*, Octarès, Toulouse.

Rabardel P., Rogalski J., Béguin P., 1996. « Les processus de coopération à l'articulation entre modalités organisationnelles et activités individuelles », in de Terssac G., Friedberg E. (dir.), *Coopération et Conception*, Octarès, Toulouse, pp. 289-319.

Rabardel P., 1995. *Les hommes et les technologies. Approche cognitive des instruments contemporains*, Armand Colin, Paris.

Raynaud D., 1999. « Le schème, opérateur de la conception architecturale », in *Intellectica*, 29, pp. 35-69.

Reitman W.R., 1964. « Heuristic Decision Procedures, Open Constraints, and the Structure of Defined Problems », in Shelly M.W., Bryan G.L. (eds.), *Human Judgements and Optimality*, John Wiley and Sons, New York.

Restpero T., 2006. *Intégration d'outils CSCW en développement de produits: les mécanismes d'explication participative des besoins et d'accrochage comme vecteurs d'apprentissage*, Thèse de doctorat en Génie Industriel, Ecole Supérieure d'Art et Métiers, Paris.

Reuzeau F., 2000. *Assister l'évaluation participative des systèmes complexes : Rôle des savoirs et savoir-faire des utilisateurs dans la conception d'un poste de pilotage*, Thèse de doctorat, Spécialité Ergonomie, Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris.

Reynaud J.D., 2001. « Le management par les compétences, un essai d'analyse », in *Sociologie du travail*, 43, pp. 7-31.

Riahi L., 2012. *Utilisation des environnements virtuels en architecture. L'exemple de Second Life*, Thèse de doctorat en urbanisme et aménagement du territoire, Université Paul Cézanne d'Aix-Marseille.

Richard J.F., 1995. *Les activités mentales, Comprendre, raisonner, trouver des solutions*, Armand Colin, Paris.

Riche Y., Simpson M., MacDonald L., 2003. *An Observational Analysis of Collaborative Actions in the Design Industry*, Technical report, University of Queensland, Brisbane St Lucia.

Ringard J., 2011. *Un modèle de conception dédié à l'interaction collaborative colocalisée*, Thèse de doctorat, Université des Sciences et Technologies de Lille, Lille.

Robillard P. N., D'Astous P., Détienne F., Visser W., 1998. «Measuring cognitive activities in software engineering», in *Proceedings of the 20th international conference on Software Engineering ICSE '98*, IEEE CS Press, Kyoto, pp. 292-300.

Rogalski J., 1994. « Formation aux activités collectives », in *Le Travail Humain*, 57 (4), pp. 367-386.

Roschelle J., Teasley S., 1995. «The construction of shared knowledge in collaborative problem solving», in O'Malley C. (ed.), *Computer-supported collaborative learning*, Springer, Berlin, pp. 69-97.

Rose B., Lombard M., 2005. « Experimentation d'un outil collaboratif en conception de produits : CO2MED (Collaborative Conflict Management in Engineering Design », in *Actes du 9ème colloque National AIP-PRIMECA*, La Plagne.

Rozier E., 2008. « L'expérience du collectif, à cheval », in *Perspectives*, revue franco-belge de psychologie.

Ruiz-Dominguez G.A., 2005. *Caractérisation de l'activité de conception collaborative à distance : étude des effets de synchronisation cognitive*, Thèse de doctorat en Génie Industriel, Institut Polytechnique de Grenoble, Grenoble.

Ruiz-Dominguez G.A., Boujut J.-F., 2005. « Analyse comparative entre deux expériences de conception collaboratives de point de vue macroscopique », in *Actes du 9ème colloque National AIPPRIMECA*, La Plagne.

Ruiz-Dominguez G.A., Boujut J.-F., 2004. «Modelling the process of creating a mutual understanding in distributed design teams», in *Design 2004*, 8th International design conference, Dubrovnik.

## S

Sadek D., 1996. « Le dialogue homme-machine : de l'ergonomie des interfaces à l'agent intelligent dialoguent », in *Nouvelles interfaces homme-machine*, Arago 18, OFTA, Paris, pp. 277-321.

Safin S., 2011. *Processus d'externalisation graphique dans les activités cognitives complexes : le cas de l'esquisse numérique en conception architecturale individuelle et collective*, Thèse de doctorat, Université de Liège, Liège.

Sagot J.C., Gomes S., Zwolinski P., 1999. « Vers une ergonomie de conception : gage de sécurité et d'innovation », in *International Journal of Design and Innovation Research*, 1/2, pp. 22-35.

Salas E., Prince C., Baker D.P., 1995. «Situation awareness in team performance: Implications for measurement and training», in *Human Factors*, 37 (1), pp. 123-136.

Salber D., 1995. *De l'interaction individuelle aux systèmes multiutilisateurs. L'exemple de la Communication Homme-Homme-Médiatisée*, Thèse de doctorat en Informatique, Université Joseph Fourier, Grenoble.

Sandoval V., 1995. *Les autoroutes de l'information*, Hermès, Paris.

- Sardas J.C., Erschler J., de Terssac G., 2000. « Coopération et organisation de l'action collective », in *Actes des 2èmes Journées Prosper « Gestion de connaissances, coopération, méthodologies de recherche interdisciplinaire »*, Toulouse.
- Sasada T., Kawasaki Y., Kaga A., Sho W., 1994. «A Study On Development And Use Of Design Tools-Open Design Environment-», in *Proceedings of the 17<sup>th</sup> Symposium on Computer Technology of Information Systems and Applications*, pp. 187-192.
- Savoyant A., 1992. « Définition et voies d'analyse de l'activité collective des équipes de travail », in Leplat J. (éd.), *L'analyse du travail en psychologie ergonomique. Tome 1*, Octarès, Toulouse, pp. 207-218.
- Savoyant A., Leplat J., 1983. « Statut et fonction des communications dans l'activité des équipes de travail », in *Psychologie Française*, 28 (3/4), pp. 247-253.
- Schael T., 1996. *Workflow Management Systems for Process Organisations: Lecture Notes in Computer Science*, Springer, Berlin.
- Schmidt K., Wagner I., 2002. «Coordinative Artifacts in Architectural Practice», in *Cooperative Systems Design: A Challenge of the Mobility Age*, IOS Press, Amsterdam, The Netherlands, pp. 257-274.
- Schmidt R.W., 1990. «The role of consciousness in second language learning», in *Applied Linguistics*, 11, pp. 129-58.
- Schön D.A., 1995. «Knowing in action: The new scholarship requires a new epistemology», in *Change*, November/December, pp. 27-34.
- Schön D.A., 1992. «The theory of inquiry: Dewey's legacy to education», in *Curriculum Inquiry*, 22, pp. 119-139 (123).
- Schön D.A., 1991. *The Reflective Turn: Case Studies in and on Educational Practice*, Teachers College Press, New York.
- Schön D.A., 1983. *The Reflective Practitioner: how professionals think in action*, Basic Books, New York.
- Schroeder R., 2002. «Copresence and Interaction in Virtual Environments: An Overview of the Range of Issues», in *Proceedings of the Fifth International Workshop on Presence '02*, pp. 274-295.
- Scott S.D., Ji H., Wen P., Fomenko D.E., Gladyshev V.N., 2003. *On modeling protein super families with low primary sequence conservation*, Technical Report TR-UNL-CSE- 2003-4, Department of Computer Science, University of Nebraska.
- Scrivener S.A.R., Ball L.J., Woodcock A., 2000. «Collaborative Design», in *Proceedings of CoDesign 2000*, Springer, London.
- Searle J., Vanderveken D., 1985. *Foundations of Illocutionary Logic*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Ségui J., 1992, « Perception du langage et modularité », in Andler D., *Introduction aux sciences cognitives*, Gallimard, Paris.
- Shannon C., Weaver W., 1949. *The mathematical theory of communication*, University of Illinois Press, Illinois.
- Simoff S.J., Maher M.L., 2000. «Analysing participation in collaborative design environments», in *Design Studies*, 21 (2), pp. 119-144.

Simon H.A., 1996. *The sciences of artificial*, MIT Press, Cambridge.

Simondetti A., 1999. «Remote computer generated physical prototyping based design», in *AVOCAAD – Second International Conference*, Brussels, pp. 229-236.

Sire S., 2000. *La collaboration directe : un paradigme d'interaction pour le travail collaboratif assisté par ordinateur*, Thèse de doctorat, Université Toulouse, <http://www.tls.cena.fr/divisions/PII/archives/sire/Publis/TheseCollecticiels.pdf>.

Soubie J.-L., Burato F., Chabaud C., 1996, «La conception de la coopération et la coopération dans la conception», in de Terssac G., Friedberg E. (éds.), *Coopération et Conception*, Octarès, Toulouse.

Sperber D., Wilson D., 1989. *La Pertinence: Communication et cognition*, Minit, Paris.

Sperber D., Deirdre W., 1986. *Relevance: Communication and Cognition*, Blackwell, Oxford and Harvard University Press, Cambridge.

Stacey M. K., Eckert C. M., 2003. «Against ambiguity. Computer Supported Cooperative Work», in *The Journal of Collaborative Computing*, 12(2), pp. 153-183.

Star S.L., 1990. «The structure of ill-structured solutions: Heterogenous problem solving, boundary objects and distributed artificial intelligence», in *Distributed artificial intelligence*, 2, Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Fransisco, pp. 37-54.

Stasser G., Taylor L., 1991. «Speaking turns in face-to-face discussions», in *Journal of personality and social psychology*, 60, pp. 675-684.

Stellingwerff M., Verbeke J., 2001. *Accolade: Architecture, Collaboration, Design*, Ios Pr Inc.

Stempfle J., Badke-Schaub P., 2002. «Thinking in Design Teams: An analysis of team communication», in *Design Studies*, 23 (1), pp. 473-496.

Stiny G., 2000. «How to calculate with shapes», in Antonsson E., Cagan J. (eds.), *Formal engineering design synthesis*, Cambridge University Press, Cambridge.

Stodgill R.M., Coons A.E., 1957. *Leader Behavior: Its Description and Measurement*, Ohio State university, Bureau of Business Research, Ohio.

Subrahmanian E., Konda S.L., Levy S.N., Reich Y., Westerberg A.W., Monarch I., 1993. «Equations aren't enough: Informal modeling in design», in *Engineering Design, Analysis, and Manufacturing*, 7(4), pp. 257-274.

Suchman L., 1996. «Constituting shared workplaces», in Engestroëm Y., Middleton D. (eds), *Cognition and communication at work*, CambridgeUniversity Press, Cambridge, pp. 35-60.

Sutherland I., 1963. *Sketchpad: A Man Machine Graphical Communication System*, PhD Thesis, Massachusetts Institute of Technology.

## T

Tabouret R., 1975. *Figuration graphique en architecture. Fascicule 1 : Projet et figuration*, Area, Copedith.

Tang H.H., Lee Y.Y., Gero J.S., 2010. *Comparing collaborative co-located and distributed design processes in digital and traditional sketching environments: A protocol study using the functionbehavioustructure coding scheme*, Elsevier Ltd.

Tarpin-Bernard F., 1997. *Travail coopératif synchrone assisté par ordinateur : Approche AMF-C*, Thèse de doctorat, Ecole Centrale de Lyon.

Teasley S. D., Roschelle J., 1993. « Constructing a joint problem space: The computer as a tool for sharing knowledge », in Lajoie S.P., Derry S.J. (eds.), *Computers as Cognitive Tools*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey, pp. 229-258.

Thuderoz C., 2000. *Négociations: essai de sociologie du lien social*, Presses Universitaires de France, Paris.

Thuillier P., 1983. *Les savoirs ventriloques*, Seuil, Paris.

Tijus C., 2001. «Contextual Categorization and Cognitive Phenomena», in Akman V., Bouquet P., Thomason R., Young R. A., *Modeling and Using Context*, Springer-Verlag, Berlin, pp. 316-329.

Tollmar K., Sandor O., Schömer A., 1996. «Supporting Social Awareness at Work - Design and Experience», in *Proceedings of CSCW'96*, ACM Press, Boston, pp. 298-307.

Tormey D., Chira C., Chira O., Roche T., Bernnan A., 2003. «The use of ontologies for defining collaborative design processes», in *Proceedings of the 32<sup>nd</sup> International conference on computers and industrial engineering*, University of Limerick, Limerick.

Troussier J.F., 1990. « Évolution des collectifs du travail et qualification collective », in *Les Analyses du travail*, CEREQ, pp. 115-124.

Truc G., 2005. « La réalité comme expérience : traduction de John Dewey », in *Revue Tracés*, 9, pp. 83-92, [http://ehess.academia.edu/GérômeTruc/Papers/221849/La\\_Realite\\_comme\\_experience\\_Traduction\\_de\\_John\\_Dewey\\_](http://ehess.academia.edu/GérômeTruc/Papers/221849/La_Realite_comme_experience_Traduction_de_John_Dewey_).

## V

Valkenburg R.C., 1998. «Shared understanding as a condition for design team», in *Automation in construction*, 7, pp. 111-121.

Van der Lugt R., Sleswijk Visser F., 2005. «Widening involvement in creative group Processes», in *Proceedings of the 9<sup>th</sup> European Conference on Creativity and Innovation*, Lodz, <http://studiolab.io.tudelft.nl/manila/gems/sleswijkvisser/Wideninginvolvement.pdf>.

Van der Lugt R., 2002. «Brainsketching, and how it differs from brainstorming», in *Creativity and Innovation Management*, 11 (1), pp. 43-54.

Van der Lugt R., 2000, «Developing a graphic tool for creative problem solving in design groups», in *Design Studies*, 21 (5).

Van Leeuwen J., Peralta L., Sampaio P., 2008. «Stimulating Collaborative Behaviour in Design Education», in *Proceedings of 14th international conference on concurrent enterprising - ICE 2008 - 1st Workshop on IT-supported cooperative design in education*, Lisboa.

Van Leeuwen J.P., Fridqvist S., 2006. «An Information Model for Collaboration in the Construction Industry», in *Computers in Industry* 57, 8-9, pp. 809-816, <http://dx.doi.org/10.1016/j.compind.2006.04.011>.

Van Leeuwen J.P., Van der Zee A., 2005 (a). «Distributed object models for collaboration in the construction industry», in *Automation in Construction*, 14 (4), pp. 491- 499.

Van Leeuwen J., Van Gassel F., Den Otter A., 2005 (b). «Collaborative Design in Education. Evaluation of three approaches», in *Proceedings of Ecaade 2005 Conference*, Lisbon, Portugal.

Van Someren M.W., Barnard Y., Sandberg J., 1994. *The Think Aloud Method: A Practical Guide to Modeling Cognitive Processes*, Academic Press, London.

Verlinden J.C., Bolter J.D., Van der Mast C., 1993. «Virtual annotation: Verbal communication in virtual reality », in *Proceedings of 13th European Simulation Symposium*, Marseille.

Vinck D., 1999, « Les objets intermédiaires dans les réseaux de coopération scientifique. Contribution à la prise en compte des objets dans les dynamiques sociales », in *Revue Française de Sociologie*, XL (2), pp. 385-414.

Vinck D., Jeantet A., Laureillard P., 1996. «Objects and Other Intermediaries in the Sociotechnical Process of Product Design : an exploratory approach», in Perrin J., Vinck D. (eds), *The role of design in the shaping of technology, COST A4 Social Sciences 5*, EC Directorate General Science, R&D, Bruxelles, pp. 297-320.

Vinck D., 1995. *Sociologie des Sciences*, Armand Colin, Paris.

Vinck D., Jeantet A., 1995. «Mediating and Commissioning Objects in the Sociotechnical Process of Product Design: a conceptual approach», in MacLean D., Saviotti P., Vinck D. (eds), *Designs, Networks and Strategies, COST A3 Social Sciences 2*, EC Directorate General Science, R&D, Bruxelles, pp. 111-129.

Visser W., 2009. « Co-élaboration de solutions en conception architecturale et rôle du graphico-gestuel : Point de vue de la psychologie ergonomique », in Détienne F., Traverso V. (eds.), *Méthodologies d'analyse de situations coopératives de conception : Corpus MOSAIC*, Presses Universitaires de Nancy, Nancy, pp. 129-167.

Visser W., 2002. « Conception individuelle et collective : Approche de l'ergonomie Cognitive », in Borillo M., Goulette J.-P. (éds.), *Cognition et création : Explorations cognitives des processus de conception*, pp. 311-327.

Visser W., 1999. « Etudes en ergonomie cognitive sur la réutilisation en conception : Quelles leçons pour le raisonnement à partir de cas ? », in *Cognitive-ergonomics studies on reuse in design: Which lessons can we draw for case-based Intelligence Artificielle*, 13, pp. 129-154.

Visser W., 1993, «Collective design: A cognitive analysis of cooperation in practice», in *Proceedings of ICED 93: 9th International Conference on Engineering Design*, Heurista, Zürich, 1, pp. 385-392.

Visser W., 1992. «Designers' activities examined at three levels: organization, strategies and problem solving», in *Knowledge-Based Systems*, 5 (1), pp. 92-104.

Visser W., 1991. *Evocation and elaboration of solutions: Different types of problem-solving actions. An empirical study on the design of an aerospace artefact*, COGNITIVA 90, Paris.

Vygotski L., 1985, *Pensée et langage / Vygotski*, Editions sociales, Paris, Messidor.

## W

Walz D.B., Elam J.J., Krasner H., Curtis, B., 1987. «A methodology for studying software design teams: an investigation of conflict behaviours in the requirements definition phase», in Olson G., Sheppard S., Soloway E. (eds.), *Empirical Studies of programmers: Second Workshop*, pp. 83-99.

Weick K.E., Roberts K.H., 1993, «Collective mind in organizations: Heedful interrelating on flight decks», in *Administrative Science Quarterly*, 38, pp. 357-381.

Weill-Fassina A., Rabardel P., 2010. « Point de vue ergonomique sur les facteurs psychosociaux de risques pour la santé », in *Le cerveau à tous les niveaux*, www.inrs.fr, <http://www.college-risquespsychosociaux-travail.fr/site/Revue-Ergonomie.pdf>, [http://lecerveau.mcgill.ca/flash/a/a\\_03/a\\_03\\_cr/a\\_03\\_cr\\_que/a\\_03\\_cr\\_que.html](http://lecerveau.mcgill.ca/flash/a/a_03/a_03_cr/a_03_cr_que/a_03_cr_que.html).

Wojtowicz J., 1995. *Virtual Design Studio*, Hong Kong University Press, Hong Kong.

Wojtowicz J., Papazian P., Fargas J., Davidson J.N., Cheng N., 1993. «Asynchronous Architecture», in Morgan F., Pohlman R.W. (eds.), *Education and Practice: The Critical Interface*, Proceedings of ACADIA '93, College Station.

Wolfe J., 2002. «Annotation technologies: A software and research review», in *Computers and Composition*, 19 (4), pp. 471-497.

## Y

Yang M.C., Wood W., Cutkosky M., 2005. «Design information retrieval: A thesauri-based approach for reuse of informal design information», in *Engineering with Computers*, 21 (2), pp. 177-192.

Yeung C., 1997. «VRML as a collaborative design tool for architectural students», in *Challenges of the Future – Proceedings of the 15th International Conference of Education in Computer Aided Architectural Design in Europe*, Vienna, CD-ROM.

## Z

Zacklad M., Lewkowicz M., Boujut J.-F., Darses F., Détienne F., 2003. « Formes et gestion des annotations numériques collectives en ingénierie collaborative », in Dieng-Kuntz R. (dir.), *14èmes journées francophones d'Ingénierie des Connaissances*, PUG, Laval, Grenoble.

Zoller J., 1994. *Modélisation sous contraintes*, GAMS AU, Programme scientifique 1994-1997, École d'architecture de Marseille-Luminy.



# Liste des figures

<i>Figure 1 : Conception coopérative vs conception collaborative (relativement aux tâches et objectifs) – Ben Rajeb, ANR-080609</i>	39
<i>Figure 2 : Processus de collaboration selon Kvan (2000)</i>	41
<i>Figure 3 : Processus de collaboration selon Chui (2002)</i>	42
<i>Figure 4 : Processus de collaboration selon MacGregor (2002)</i>	42
<i>Figure 5 : Processus de collaboration selon Badke-Schaub et al. (2007)</i>	43
<i>Figure 6 : Les attributs de la collaboration selon Ostergaard et Summers (2009)</i>	44
<i>Figure 7 : Modélisation de l'activité collaborative instrumentée selon Gronier (2006)</i>	45
<i>Figure 8 : Les différents axes caractérisant les objets intermédiaires (Jeantet, 1998)</i>	51
<i>Figure 9 : Classification des collecticiels relativement à leur évolution temporelle, selon Hubert et al. (1995, dans Restpero, 2006, p. 37)</i>	63
<i>Figure 10 : Classification des collecticiels relativement à leur fonctionnalité, selon Hubert et al. (1995, dans Restpero 2006, p. 38)</i>	64
<i>Figure 11 : Répartition des collecticiels relativement à la matrice Espace/Temps définie dans le champ du CSCW (selon Gaver, 1992, dans Ben Rajeb et al., 2012)</i>	64
<i>Figure 12 : Construction / conception à plusieurs d'un bâtiment sur Second Life (IAC)</i>	72
<i>Figure 13 : Le Hybride Ideation Space (HIS) pour une collaboration synchrone et distante (dans Dorta et al., 2011, p. 276)</i>	73
<i>Figure 14 : L'environnement de travail proposé par le Studio Distant Collaboratif</i>	75
<i>Figure 15 : Sketsha, le logiciel d'aide à la gestion et au partage d'esquisses, d'annotations et d'images à distance (selon Ben Rajeb et al., 2011 b)</i>	75
<i>Figure 16 : Composition de l'agence</i>	85
<i>Figure 17 : Composition d'une équipe de conception au sein d'un projet de l'agence</i>	86
<i>Figure 18 : Modèle présentant une collaboration entre le chef de projet et les autres acteurs de la conception (modèle théorique) ET un modèle présentant le processus de validation actuellement mis en place par l'agence (modèle pratique) (cf. Ben Rajeb, présentation dans le cadre du séminaire LAF_ARIAM-LAREA, 2009)</i>	92
<i>Figure 19 : « Transpace » : environnement virtuel pour les échanges interactifs et les interactions sociales (image en accès libre <a href="http://wingtamarch1391.wordpress.com">http://wingtamarch1391.wordpress.com</a>)</i>	101
<i>Figure 20 : Organigramme de l'agence AIA et les différents sites de l'agence entre Paris, Nantes et Lyon (issu du site de l'agence <a href="http://www.a-i-a.fr/fr">http://www.a-i-a.fr/fr</a> --- 2009)</i>	104
<i>Figure 21 : Organisation verticale de l'agence AIA</i>	105
<i>Figure 22 : Organisation horizontale de l'agence AIA</i>	106
<i>Figure 23 : Rôles et pertinences des rubriques composant Chantiers.net</i>	107
<i>Figure 24 : Exemple d'annotation effectuée via le système de partage d'écran</i>	116
<i>Figure 25 : Types de réunions organisées par l'agence relativement à l'activité collective qui s'y déroule</i>	118
<i>Figure 26 : Le processus de conception du projet entre des situations de coopération et d'autres de collaboration</i>	119
<i>Figure 27 : Découpage des tâches des acteurs relativement au projet et à l'expertise des acteurs</i>	121
<i>Figure 28 : les différents sous-espaces qui composent l'espace collaboratif</i>	123
<i>Figure 29 : Modélisation d'un processus collaboratif de conception lors d'une réunion</i>	127
<i>Figure 30 : Démarche itérative du plan d'étude</i>	150
<i>Figure 31 : Matériels et dispositif mis en place pour les expérimentations via le SDC</i>	156
<i>Figure 32 : Méthode de traitement des données</i>	187
<i>Figure 33 : Présentation de la méthode de traitement et d'analyse des données</i>	191

<i>Figure 34 : Partage de document graphique sur lequel travaillent les deux concepteurs.</i>	196
<i>Figure 35 : Exemple d'une analyse architecturologique d'une séquence de conception ((cf. Annexe 7 – Chap 3)</i>	198
<i>Figure 36 : Situation de travail collaboratif entre architectes et ingénieurs pour la mise en sécurité du projet</i>	209
<i>Figure 37 : Jeu de conversation réflexive entre architectes et concepteurs pas le biais de la parole et du dessin</i>	212
<i>Figure 38: Séquences constituant le processus de conception</i>	226
<i>Figure 39: Les principales séquences constituant le processus de conception (EXP 2)</i>	245
<i>Figure 40 : Les différents espaces qui composent une situation</i>	272
<i>Figure 41 : Les différentes relations qu'entretient le concepteur avec son environnement immédiat dans le cadre d'une conception collaborative outillée</i>	278
<i>Figure 42 : Modélisation d'un processus d'interprétation</i>	287
<i>Figure 43 : Modélisation de la conception architecturale collaborative distante et instrumentée</i>	324

# Liste des tableaux

Tableau 1 : Typologie des points de vue selon Martin et al. (2001)	29
Tableau 2 : Proposition de distinction entre les différentes situations de conception	36
Tableau 3 : Classification des outils de collaboration selon leur utilisation dans les entreprises (Selon Jimenez, 2010, p. 30)	69
Tableau 4 : Comparaison entre différents outils pour l'assistance à l'annotation à distance (par Hisarciklilar, 2009, p. 118)	70
Tableau 5 : Liste des méthodes d'aide aux échanges mises en place par l'agence AIA	106
Tableau 6 : Liste des documents pour l'organisation et la validation de chaque phase de l'agence	109
- Tableau 7 : Organisation des documents par phase et par fonction	110
Tableau 8 : Synthèse des différentes situations d'activité collective dans les agences d'architecture questionnées	112
Tableau 9 : Outils d'échanges mis en place en agence	113
Tableau 10 : Synthèse du cadre de l'étude :	143
Tableau 11 : Situations de collaboration distante proposées dans les expérimentations (Ben Rajeb et al., 2011 b)	148
Tableau 12 : Liste des enregistrements effectués dans chaque projet en 4 mois d'observation chez Art & Build (selon Ben Rajeb dans Lecourtois et al., 2009 b)	151
Tableau 13 : Etapes du protocole expérimental mis en place	153
Tableau 14 : Les 2 situations expérimentales de conception collaborative à distance via le SDC	154
Tableau 15 : Les 2 projets de conception donnés aux architectes	155
Tableau 16 : Synthèse des projets réalisés dans le cadre des expérimentations en laboratoire	157
Tableau 17 : Divers travaux concernant les activités collectives en conception	161
Tableau 18 : Les différentes échelles architecturologiques qui composent le langage de l'architecturologie fondamentale	170
Tableau 19 : Synthèse des éléments constitutifs du processus de la conception modélisée	170
Tableau 20 : Listing des données réunies à partir des expérimentations réalisées	181
Tableau 21 : Retranscription des données réunies à partir des expérimentations réalisées	182
Tableau 22 : Tableau d'analyse des données	188
Tableau 23 : Identification des principales échelles architecturologiques définissant les diverses opérations de conception mises en jeu	195
Tableau 24 : Ensemble des échelles architecturologiques mises en jeu dans le cadre de la réunion à distance sur le projet URM	211
Tableau 25 : Projets réalisés dans le cadre des expérimentations à distance outillées par le SDC	223
Tableau 26 : Listes des différentes opérations cognitives mises en jeu dans le cadre de la collaboration distante outillée en conception architecturale	283
Tableau 27 : Définition des différentes opérations pragmatiques de conception	323
Tableau 28 : Support des opérations cognitives rendues possibles par le système de visioconférence	331
Tableau 29 : Support des opérations cognitives rendues possibles par le système de partage d'écran	334
Tableau 30 : Support des opérations cognitives rendues possibles par le système SDC	338
Tableau 31 : Synthèse du support des opérations cognitives rendues possibles par les trois systèmes	340
Tableau 32 : Application d'outil possible pour l'opération pragmatique d'interprétation relative à la collaboration	343
Tableau 33 : Application d'outil possible pour l'opération pragmatique d'évaluation relative à la collaboration	344
Tableau 34 : Application d'outil possible pour l'opération pragmatique d'autonomisation relative à la collaboration	345

<i>Tableau 35 : Application d'outil possible pour l'opération pragmatique de découpage relative à la collaboration</i>	347
<i>Tableau 36 : Application d'outil possible pour l'opération pragmatique de construction de règles de travail à plusieurs</i>	348
<i>Tableau 37 : Application d'outil possible pour l'opération pragmatique de référencement relative à la collaboration</i>	349
<i>Tableau 38 : Application d'outil possible pour l'opération pragmatique de mise en commun relative à la collaboration</i>	350
<i>Tableau 39 : Application d'outil possible pour l'opération pragmatique de prise de décision relative à la collaboration</i>	351
<i>Tableau 40 : Application d'outil possible pour l'opération pragmatique d'évaluation relative à l'usage de l'outil</i>	352
<i>Tableau 41 : Application d'outil possible pour l'opération pragmatique de découpage relative à l'usage de l'outil</i>	353
<i>Tableau 42 : Applications d'outil possibles pour l'opération pragmatique de construction de règles d'utilisation de l'outil</i>	354
<i>Tableau 43 : Applications d'outil possibles pour l'opération pragmatique de dimensionnement relative à l'usage de l'outil</i>	355
<i>Tableau 44 : Applications d'outil possibles pour l'opération pragmatique de référencement relative à l'usage de l'outil</i>	356
<i>Tableau 45 : Applications d'outil possibles pour l'opération pragmatique d'appropriation relative à l'usage de l'outil</i>	357
<i>Tableau 46 : Applications d'outil possibles pour l'opération pragmatique de positionnement relative à l'usage de l'outil</i>	358
<i>Tableau 47 : Applications d'outil possibles pour l'opération pragmatique d'orientation relative à l'usage de l'outil</i>	359
<i>Tableau 48 : Applications d'outil possibles pour l'opération élémentaire de découpage</i>	360
<i>Tableau 49 : Applications d'outil possibles pour l'opération élémentaire de référencement</i>	361
<i>Tableau 50 : Applications d'outil possibles pour l'opération élémentaire de dimensionnement</i>	362
<i>Tableau 51 : Applications d'outil possibles pour l'opération élémentaire d'orientation</i>	363
<i>Tableau 52 : Applications d'outil possibles pour l'opération élémentaire de positionnement</i>	364
<i>Tableau 53 : Les opérations cognitives assistées par chaque système présenté pour supporter la conception collaborative distante (1/3)</i>	365
<i>Tableau 54 : Les opérations cognitives assistées par chaque système présenté pour supporter la conception collaborative distante (2/3)</i>	366
<i>Tableau 55 : Les opérations cognitives assistées par chaque système présenté pour supporter la conception collaborative distante (3/3)</i>	367
<i>Tableau 56 : Synthèse de la cinématique du système d'assistance à la prise de décision</i>	369
<i>Tableau 57 : Synthèse de la cinématique du système d'assistance à la mise en commun</i>	372
<i>Tableau 58 : Synthèse de la cinématique du système d'assistance à la mise en commun</i>	375
<i>Tableau 59 : Listes des différentes opérations cognitives mises en jeu dans le cadre de la collaboration distante outillée en conception architecturale</i>	388

# Table des matières

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>11</b>
<b>PARTIE I : ETAT DE L'ART .....</b>	<b>21</b>
<b>Chapitre 1 : Etat de l'art de l'étude des activités collaboratives .....</b>	<b>23</b>
<b>1.1 Approches cognitives des activités collaboratives .....</b>	<b>25</b>
1.1.1 Les activités collectives en conception architecturale .....	25
1.1.1.1 Concepts relatifs à l'activité collective .....	26
✓ Synchronisation cognitive et synchronisation temporo-opératoire .....	26
✓ Conscience mutuelle .....	27
✓ Référentiel opératif commun .....	28
1.1.1.2 Typologies des activités collectives .....	30
✓ Typologie relative aux acteurs .....	31
✓ Typologie relative à l'objet, type d'échange et outils de l'activité .....	31
✓ Typologie relative à l'espace et au temps des interactions .....	33
➤ L'activité collective relative à l'espace .....	33
➤ L'activité collective relative au temps .....	35
1.1.2 Focus sur le cadre de l'étude .....	35
1.1.2.1 Entre activité participative, coopérative et collaborative .....	36
1.1.2.2 Modélisations de l'activité collaborative en conception .....	41
1.1.3 Place des échanges dans les activités collaboratives distantes en conception architecturale .....	46
1.1.3.1 Importance des communications verbales .....	46
1.1.3.2 Rôle des représentations graphiques .....	49
1.1.3.3 Cas des annotations .....	53
1.1.4 Synthèse .....	55
<b>1.2 Instrumentation des activités collaboratives.....</b>	<b>56</b>
1.2.1 Méthodes d'organisation des activités collaboratives en conception .....	56
1.2.2 Outils d'assistance à l'activité collaborative en conception .....	60
1.2.2.1 / Développement du CSCD .....	60
1.2.2.2 / Outils d'assistance aux activités collaboratives distantes .....	65
✓ Outils d'assistance aux activités collaboratives asynchrones .....	65
➤ Systèmes de stockage et d'organisation de l'information .....	65
➤ Systèmes d'annotations asynchrones dans des environnements virtuels .....	67
➤ Etudes des effets de ces nouveaux outils sur l'activité collaborative .....	68
➤ En conclusion .....	71
✓ Outils d'assistance aux activités collaboratives synchrones .....	71
1.2.3 Synthèse .....	75

<b>Chapitre 2 : Cas de pratiques architecturales de collaboration .....</b>	<b>81</b>
<b>2.1 Enquêtes sur des cas de pratiques actuelles en agence .....</b>	<b>83</b>
2.1.1 Démarche.....	83
2.1.2 Le cas de l'agence Art & Build .....	85
2.1.2.1 / Le fonctionnement de l'agence .....	85
2.1.2.2 / Les formes de collaboration en agence .....	87
2.1.2.3 / La collaboration à distance .....	88
2.1.2.4 / La représentation graphique .....	88
2.1.3 Le cas de l'équipe GEHRY Partners .....	89
2.1.3.1 / Le fonctionnement de l'agence .....	89
2.1.3.2 / Les formes de collaboration en agence .....	90
2.1.3.3 / La collaboration à distance .....	90
2.1.3.4 / La représentation graphique .....	92
2.1.4 Le cas de l'agence Ora-Ito.....	92
2.1.4.1 / Le fonctionnement de l'agence .....	93
2.1.4.2 / Les formes de collaboration en agence .....	94
2.1.4.3 / La représentation graphique .....	94
2.1.5 Le cas de l'agence Architecture Studio .....	95
2.1.5.1 / Le fonctionnement de l'agence .....	96
2.1.5.2 / Les formes de collaboration en agence .....	97
2.1.5.3 / La collaboration à distance .....	98
2.1.5.4 / La représentation graphique .....	98
2.1.6 Le cas de l'agence Mikado .....	100
2.1.6.1 / Le fonctionnement de l'agence .....	100
2.1.6.2 / Les formes de collaboration inter-agences.....	100
2.1.6.3 / La représentation graphique .....	102
2.1.7 Le cas de l'agence AIA: Architectes Ingénieurs Associés.....	103
2.1.7.1 / Le fonctionnement de l'agence .....	103
2.1.7.2 / Les formes de collaboration en agence .....	106
2.1.7.3 / La collaboration à distance .....	108
2.1.7.4 / La représentation graphique .....	108
2.1.8 Synthèse.....	111
<b>2.2 Observation approfondie d'une pratique : le cas de AIA.....</b>	<b>113</b>
2.2.1 Outils d'aide à la collaboration synchrone et distante utilisés .....	113
2.2.1.1 / Situation 1 .....	114
2.2.1.2 / Situation 2 .....	115
2.2.2 Diversité des formes d'activités collaboratives en agence .....	118
2.2.3 Les espaces des activités collaboratives : entre un I-space, un We-space et un Between-space .....	122

2.2.4	Importance de la négociation, de l'évaluation et de la remise en cause par consensus dans le processus collaboratif .....	124
2.2.5	Synthèse.....	127
<b>2.3</b>	<b>Conclusion : Observations de cas de pratiques collaboratives en agences .....</b>	<b>130</b>
 <b>PARTIE II : MÉTHODOLOGIES ET EXPÉRIMENTATIONS .....</b>		<b>135</b>
 <b>Chapitre 3 : Méthodologies de recueil et d'analyse des données .....</b>		<b>139</b>
<b>3.1</b>	<b>Problématique.....</b>	<b>140</b>
3.1.1	Définition de la situation .....	140
3.1.2	Problématique de recherche .....	143
<b>3.2</b>	<b>Méthode de recueil de données .....</b>	<b>146</b>
3.2.1	Elaboration du plan d'étude .....	146
3.2.2	Cas de l'expérimentation <i>in situ</i> .....	150
3.2.3	Cas des expérimentations en laboratoire .....	152
3.2.3.1	/ Le choix des architectes .....	152
3.2.3.2	/ Description du protocole expérimental .....	153
3.2.3.3	/ Matériels et dispositifs expérimentaux .....	156
3.2.3.4	/ Synthèse des projets réalisés .....	156
<b>3.3</b>	<b>Méthode d'analyse des données .....</b>	<b>158</b>
3.3.1	Etat de l'art des méthodes d'analyse de la conception collaborative .....	158
3.3.1.1	/ Introduction aux études de la conception .....	158
3.3.1.2	/ Etudes de la conception architecturale .....	159
3.3.1.3	/ Etudes de la conception architecturale collaborative .....	160
3.3.1.4	/ Méthodes d'analyse de la conception architecturale collaborative .....	162
3.3.2	L'architecturologie appliquée comme possible méthode d'analyse des situations de conception architecturale collaborative .....	165
3.3.2.1	/ Architecturologie fondamentale et architecturologie appliquée .....	165
✓	Architecturologie fondamentale .....	166
✓	Architecturologie appliquée .....	168
3.3.2.2	/ Echelles architecturologiques et opérations de conception.....	168
✓	Echelles architecturologiques .....	168
✓	Jeu entre échelles architecturologiques et modèles .....	170
✓	Opérations de conception .....	172
3.3.2.3	/ Architecturologie et expérimentation.....	174
3.3.2.4	/ Architecturologie appliquée à l'étude de la conception collaborative .....	177
3.3.3	Définition des étapes de traitement et d'analyse des données.....	178
3.3.3.1	/ Préparation et conceptualisation .....	179
3.3.3.2	/ Recueil et traitement des données .....	181
3.3.3.3	/ Séquençage du processus de conception.....	182

3.3.3.4 / Identification des classes et opérations cognitives de la conception .....	186
<b>3.4 Synthèse : Méthodologies de recueil et d'analyse .....</b>	<b>190</b>
<b>Chapitre 4 : Expérimentations <i>in situ</i> et en laboratoire .....</b>	<b>193</b>
<b>4.1 Expérimentation en situation réelle de conception architecturale .....</b>	<b>194</b>
4.1.1 Protocole expérimental et analyse .....	194
4.1.2 Exemple 1 : Cas de la conception du projet GOLF .....	196
4.1.2.1 / Identification des échelles de conception .....	196
4.1.2.2 / Opérations cognitives de la conception collaborative .....	201
✓ Opérations élémentaires de conception .....	201
✓ Quelques opérations pragmatiques de collaboration .....	206
4.1.3 Exemple 2 : Cas de la conception du projet URM .....	208
4.1.3.1 / Identification des échelles de conception .....	209
4.1.3.2 / Opérations cognitives de la conception collaborative .....	213
✓ Opérations élémentaires de conception .....	213
✓ Quelques opérations pragmatiques de collaboration .....	216
4.1.4 Synthèse .....	220
<b>4.2 Expérimentation en laboratoire de pratiques collaboratives en conception architecturale .....</b>	<b>222</b>
4.2.1 Protocole expérimental .....	222
4.2.2 Exemple 1 : Cas d'une conception d'une <i>école rurale</i> .....	224
4.2.2.1 / Acteurs et habitudes de travail .....	225
4.2.2.2 / Description des séquences marquantes de l'activité .....	226
4.2.2.3 / Analyse architecturologique des différentes séquences .....	231
4.2.3 Exemple 2 : Cas d'une conception d'un <i>hôtel de luxe</i> .....	242
4.2.3.1 / Acteurs et habitudes de travail .....	243
4.2.3.2 / Description des séquences marquantes de l'activité .....	244
4.2.3.3 / Analyse architecturologique des séquences de conception .....	249
4.2.4 Synthèse .....	252
<b>4.3 Synthèse : Méthodologie appliquée aux expérimentations .....</b>	<b>254</b>
 <b>PARTIE III : RÉSULTATS ET PRÉCONISATIONS .....</b>	 <b>259</b>
<b>Chapitre 5 : Résultats des analyses architecturologiques de la conception architecturale collaborative à distance .....</b>	<b>263</b>
<b>5.1 Caractérisation de la conception architecturale collaborative distante .....</b>	<b>264</b>
5.1.1 <i>Co-modalité</i> de la conception architecturale collaborative .....	264
5.1.2 Partage des classes d'opérations de conception .....	268
5.1.3 Besoin de partage synchrone de l'espace de travail .....	270

## **5.2 Typologies et spécificités des opérations cognitives de conception architecturale collaborative distante et synchrone ..... 273**

5.2.1	Partage et non partage des opérations élémentaires de conception.....	273
5.2.1.1	/ Opérations élémentaires de conception partagées .....	275
5.2.1.2	/ Opérations élémentaires de conception communes .....	276
5.2.1.3	/ Autres opérations de partage.....	277
5.2.2	Identification des opérations pragmatiques de la conception.....	278
5.2.2.1	/ Vers une définition générale de <i>l'opération pragmatique</i> .....	281
5.2.2.2	/ Liste des différentes opérations pragmatiques de la conception .....	283
5.2.2.3	/ Les opérations pragmatiques de la collaboration : .....	284
✓	L'interprétation.....	284
✓	La mise en commun .....	292
✓	L'autonomisation .....	297
✓	Prise de décision.....	301
✓	Evaluation.....	303
✓	Construction de règles de travail en groupe .....	305
✓	Découpage du travail en groupe .....	307
✓	Référenciation à un travail en groupe .....	308
5.2.2.4	/ Les opérations pragmatiques d'usage de l'outil.....	310
✓	Appropriation de l'outil.....	310
✓	Evaluation d'usage de l'outil.....	314
✓	Construction de règles d'usage de l'outil .....	315
✓	Découpage de l'usage de l'outil .....	317
✓	Référenciation à l'usage d'un autre outil .....	318
✓	Dimensionnement, orientation et positionnement de l'espace de travail de l'outil .....	319
5.2.2.5	/ La remise en cause .....	320

## **5.3 Synthèse : Vers une modélisation de la conception architecturale collaborative synchrone et distante..... 321**

## **Chapitre 6 : Possibles applications pour l'assistance à la conception architecturale collaborative à distance..... 327**

### **6.1 Opérations cognitives comme grille d'évaluation d'outils ..... 328**

6.1.1	Méthode.....	328
6.1.2	Le cas des systèmes de visioconférence .....	330
6.1.3	Le cas des systèmes de partage d'écran .....	333
6.1.4	Le cas du Studio Distant Collaboratif .....	336
6.1.5	Synthèse.....	339

### **6.2 Opérations cognitives comme grille de définition d'un cahier des charges ..... 342**

6.2.1	Propositions de préconisation.....	342
6.2.1.1	/ Les opérations pragmatiques de collaboration .....	342
✓	Interprétation .....	342
✓	Evaluation.....	343

✓	Autonomisation .....	345
✓	Découpage .....	346
✓	Construction de règles de travail à plusieurs .....	347
✓	Référenciation .....	348
✓	Mise en commun .....	349
✓	Prise de décision .....	350
6.2.1.2	/ Les opérations pragmatiques d'usage de l'outil .....	351
✓	Evaluation .....	351
✓	Découpage .....	353
✓	Construction de règles d'usage d'outil .....	354
✓	Dimensionnement .....	354
✓	Référenciation .....	355
✓	Appropriation .....	356
✓	Positionnement .....	357
✓	Orientation .....	358
6.2.1.3	/ Les opérations élémentaires de conception .....	359
✓	Découpage .....	359
✓	Référenciation .....	360
✓	Dimensionnement .....	361
✓	Orientation .....	362
✓	Positionnement .....	363
6.2.1.4	/ Synthèse : Vers une définition des assistances .....	365
6.2.2	Exemple d'application pour le cahier de charge .....	368
6.2.2.1	/ Le cas de l'opération de la prise de décision (et/ou de prescription) .....	368
6.2.2.2	/ Le cas de l'opération de mise en commun .....	371
6.2.2.3	/ Le cas de l'opération d'autonomisation .....	374
6.2.2.4	/ Exigences fonctionnelles .....	377

**CONCLUSION ET PERSPECTIVES .....381**

**BIBLIOGRAPHIE .....398**

**LISTE DES FIGURES .....428**

**LISTE DES TABLEAUX .....430**

**TABLE DES MATIÈRES .....432**

**ANNEXES .....438**

# Annexes