

Coopération et Conception

Vers une coopération assistée pour les acteurs du bâtiment

J.C. Bignon, O. Malcurat, G. Halin

CRAI (Centre de Recherche en Architecture et Ingénierie)

UMR MAP n°694

Ecole d'Architecture de Nancy

Rue Bastien Lepage, 54000 Nancy

Tél. : 03 83 30 81 46

email : {bignon, malcurat, halin}@crai.archi.fr

Résumé

La question de la collaboration est consubstantielle de l'acte de bâtir. La situation sociale et technique l'amène aujourd'hui à se poser sur un terrain nouveau, celui des technologies de l'information. Notre article présente ici quelques hypothèses sur notre approche de la coopération numérique. Il propose un modèle des activités où se font jour plusieurs niveaux d'approche des interactions entre les acteurs du projet architectural. Enfin, il expose quelques structures d'échanges élémentaires, les briques coopératives, et quelques modes relationnels évolués, les paradigmes de coopération.

Introduction

La question de la collaboration dans l'activité de conception-construction n'est pas neuve. Elle est même consubstantielle de l'acte de bâtir en général et des activités de conception qui concourent à cet acte en particulier. Faut-il rappeler que les cathédrales sont l'expression d'une fabuleuse collaboration entre des métiers fort différents habitués à travailler ensemble et dont l'activité de création collective reste encore un objet d'étonnement ?

Pour caractériser ce travail, certains n'hésitent d'ailleurs pas à parler « d'intelligence collective » [LEV] par analogie avec les productions des insectes sociaux comme les fourmis ou les abeilles. L'intérêt du concept est bien évidemment de reconnaître la qualité des savoir et des techniques des différents métiers mais plus encore l'intelligence du processus collaboratif lui même.

1.1. La question de la coopération

Si il y a depuis quelques années un regain d'intérêt pour cette dimension collaborative, c'est sans doute en réponse à deux situations [MID] [CRI]:

- Une situation sociale ou socio-économique caractérisée par une modification des exigences qualitatives (de la maîtrise d'ouvrage à l'entreprise) et un renforcement de la compétitivité des différents acteurs économiques sous l'effet de la

concurrence. Cette situation oblige à repenser l'organisation du travail et les formes de collaboration entre acteurs.

- Une situation technique avec l'apparition de l'informatique et plus récemment encore des systèmes d'information en réseau comme Internet qui renforcent les échanges en obligeant à la définition de nouveaux protocoles de collaboration et à des pratiques de plus en plus coopératives¹.

Ces deux situations², qu'il convient de dissocier pour la clarté de l'analyse, sont bien évidemment fortement interférentes et imbriquées dans les processus réels.

1.2. La question des technologies de l'information

La question des nouvelles technologies n'est donc pas un phénomène annexe qui ne relèverait que du champ des techniques et que l'on devrait traiter avec distance. Elle est au cœur de la question posée de la coopération non seulement parce qu'elle rend possible les échanges mais parce qu'elle les structure. Peut être faut-il à nouveau faire quelques clins d'œil à l'histoire pour comprendre que les questions afférentes aux techniques de l'information ont des effets majeures sur le système social tout entier.

L'invention de l'écriture n'a pas été simplement un moyen nouveau pour porter la pensée, cela a introduit un bouleversement dans les structures de la pensée, dans la construction du sens, dans le rapport de l'homme au monde et finalement dans le rapport des hommes entre eux. Jack Goody [GOO] a par exemple montré que ce que l'on nomme souvent le « génie grec » avec le formidable essor des sciences, des techniques et des arts ne peut se comprendre sans ce bouleversement de l'adoption de l'écriture et de l'alphabet.

Plus proche de nous, le téléphone et le fax ont transformés les modes de collaboration et de coopération en accroissant considérablement les flux d'informations et en rendant les échanges plus synchrones. Ce raccourcissement du temps dans les transactions a modifié les comportements de tous. Dans le monde économique, il a contribué à remodeler les systèmes organisationnels qui sont de moins en moins construits selon des structures hiérarchiques et de plus en plus sur des structures en réseau.

¹ Nous faisons une distinction entre pratiques de collaboration qui indiquent le fait de travailler en commun à la conception d'un ouvrage et pratiques de coopération qui désignent un travail conjoint entre plusieurs personnes.

² On peut penser, même si ce n'est pas l'objet de notre travail, qu'il existe une troisième situation qui active cette réflexion sur la conception collaborative, c'est la situation épistémologique et la volonté exprimée par de nombreux chercheurs d'avancer dans la construction d'une science de la conception [ZRE].

1.3. Informatiques et évolutions des ingénieries

Le développement des NTIC (nouvelles technologies de l'information) et les EDI (échange de données informatisées) peut être observé aujourd'hui avec le même regard. En effet si l'on veut bien ne pas se limiter à une approche instrumentaliste, derrière les échanges d'informations numérisées se construisent des manières d'agir ensemble singulières [CIC] [DON].

Distinguons deux moments dans ce développement. Les années 80 se caractérisent par une diffusion massive de « l'informatique métier ». Dans cette première période, l'informatique s'est « contentée » de transposer les pratiques de chacun des intervenants. Elle a augmenté fortement les productivités sectorielles sans remettre en cause fondamentalement les pratiques d'échanges de l'information et les rapports de collaboration entre acteurs.

Les années 90 ont vu l'émergence de « l'informatique en réseaux » [HEL] [NAM]. Ceux-ci introduisent un tout autre changement. En augmentant l'accessibilité en temps réel à une multitude d'informations, en réduisant encore les temps de la conception, en rendant possible une synchronisation forte des décisions, les réseaux induisent le passage d'une ingénierie fortement discrétisée à une ingénierie de plus en plus simultanée.

Les pratiques séculaires de collaboration se trouvent donc requestionnées par cette concurrence des informations qui obligent à redéfinir les méthodes et les outils de décision et de conception [SAL].

Peut être n'est il pas inintéressant de remarquer que dans le domaine de l'architecture et de la construction, le terme aujourd'hui admis « ingénierie » se substitue de plus en plus à celui plus convenu de « génie ». Ce glissement dénote à sa manière le passage d'une organisation séquentielle de génies à un système plus complexe et fortement interférant de méthodes et d'outils mettant en concurrence plusieurs génies. Au fond le concept contemporain d'ingénierie concourante ne fait que marquer le passage d'une collaboration séquentielle de compétences à un système coopératif simultané.

Outils d'aide à la conception fondés sur la coopération

C'est dans ce contexte précis que nous conduisons aujourd'hui des travaux de recherche concernant les NTIC et des EDI. Plus précisément nous menons des travaux de recherche et de développement qui visent à la mise en place d'outils d'aide à la conception fondés sur des pratiques de coopération. Notre soucis étant que ces outils soient à la fois respectueux des pratiques communes de collaboration du domaine bâti (c'est la condition pour qu'ils soient acceptés) mais également qu'il puissent anticiper des pratiques à venir (c'est la condition pour qu'ils puissent se développer).

Dans cet article nous ferons état d'un travail de recherche en cours mené par le CRAI en partenariat avec le LORIA³ : le projet COCAO (Co-Conception Assistée par Ordinateur). La coopération entre les deux équipes permet d'échanger des compétences acquises en matière d'analyse des pratiques de travail segmenté et réparti dans le domaine de l'architecture pour le CRAI et dans celui du génie logiciel pour le LORIA. L'objet de cette recherche est précisément de définir un environnement de coopération conçu dans une logique d'informatique répartie et capable de porter les échanges d'information entre les différents acteurs du processus de conception du bâtiment.

Notre approche de la coopération repose sur plusieurs hypothèses :

1.4. Première hypothèse:

La conception des espaces bâtis est une activité de coopération mobile et ouverte. Elle met en oeuvre des savoir, des méthodes et des outils partagés entre plusieurs acteurs en vue d'atteindre un objectif : la réalisation d'un ouvrage. La coopération obéit à plusieurs caractéristiques :

- elle est éphémère. L'équipe de conception-construction se constitue et se défait pour chaque opération,
- elle est répartie dans le temps. Le travail de conception est un travail qui s'étale dans le temps de la définition du programme à la réception des travaux (et même à la maintenance),
- elle se fait entre des structures fortement hétérogènes. Rappelons qu'une opération de construction associe aussi bien des grandes entreprises, que des PME, des artisans, des professions libérales, des services publics...
- elle se fait dans des cadres contractuels très différents. Le contrat qui lie le maître d'œuvre au maître d'ouvrage est de nature fort différente que celle qui lie le sous-traitant à l'entreprise générale. Ce contrat peut d'ailleurs être à géométrie très variable (cf. la définition des missions d'ingénierie),
- elle se manifeste matériellement sur différents types de documents (des pièces écrites, des pièces dessinées mais aussi des propos oraux).

1.5. Deuxième hypothèse :

L'activité de conception peut être abordée comme un ensemble d'activités élémentaires de coopération qui permettent dans des contextes différents de passer d'un état donné de la conception (celle-ci peut ne porter que sur une partie d'objet ou un point de vue particulier ou une tâche singulière) à un nouvel état considéré comme

³ LORIA : Laboratoire Lorrain de Recherche en Informatique et ses Applications ; en particulier, partenariat avec l'équipe ECOO (Environnement pour la COOpération)

plus avancé, c'est à dire plus proche des objectifs à atteindre. Nous nommons briques de coopération ces activités élémentaires.

Si l'on admet que le travail de conception produit par un ou plusieurs acteurs s'exprime de manière contractuelle par des documents, nous construisons une typologie des briques de coopération à partir d'une approche « par les documents »

1.6. Troisième hypothèse :

Les activités élémentaires ou briques de coopération peuvent être agrégées pour former des configurations de conception qui définissent des pratiques de travail partagé entre plusieurs acteurs. Nous nommons paradigmes de coopération ces dispositifs d'interaction entre acteurs.

Notre hypothèse consiste à dire qu'il existe des opérations (par exemple : combinaison, composition) assurant le passage entre les briques et les paradigmes de coopération.

Modèle des activités

Nous avons choisi de placer la notion d'activité en regard des notions d'acteur et d'objectif, comme l'unité de lieu et de temps nécessaire à la rencontre d'acteurs ayant des objectifs communs. De cette manière, le modèle d'activité s'expose ainsi : un collectif d'acteurs, c'est-à-dire une partie seulement de l'ensemble des acteurs impartis dans un projet, se regroupent en vue de la réalisation d'un objectif. Cet objectif sera contractualisé sous forme de documents. L'activité est le cadre de cette rencontre. Le projet global est une activité complexe qui accomplit et coordonne un ensemble de sous-activités. Nous illustrons ce modèle à la figure 1.

Dès lors, la notion d'activité est l'objet d'un enjeu important dans la compréhension des processus de coopération. Les expériences nous ont fait percevoir au moins deux niveaux d'analyse de la notion d'activités, l'approche « à forte granularité », et l'approche « à granularité fine ».

Figure 1. Représentation d'un modèle des activités

1.7. Approche « gros grain »

Cette approche correspond par exemple, à la vision d'un projet en phases successives telles que les propose la moi MOP dans son découpage en missions d'ingénierie.

- le nombre d'acteurs est élevé (potentiellement tous les acteurs d'un projet), le métier et les compétences de chacun importent beaucoup, l'objectif à atteindre est complexe et les activités trouvent facilement une décomposition en sous-activités ;
- chaque activité est « située » dans le projet global, le nombre d'occurrence de chaque activité en situation normale est de 1 ; par exemple, on ne réalise en général qu'une seule fois un APS.

1.8. Approche fine

Les activités coopératives étudiées à un niveau de granularité fine dévoilent un tout autre aspect. Au contraire de la précédente, cette approche :

- ne découvre qu'un nombre réduit d'acteurs, voire un acteur unique, ayant des objectifs limités ;
- met en évidence des activités courtes que l'on retrouve plusieurs fois à différents moments du projet entre des acteurs très divers (sans importance du métier ou des compétences propres à chaque acteur) ; un appel téléphonique par exemple se produit à de nombreuses occasions entre n'importe quels acteurs.

- permet de décrire des interactions entre acteurs. Elle est particulièrement adaptée à la description des interactions à l'intérieur d'un système informatique.

C'est en partant de cette dernière approche « fine » que nous avons élaboré un modèle de coopération. Les acteurs d'un projet coopératif sont potentiellement des émetteurs et des récepteurs de l'information commune en construction. Les échanges, c'est-à-dire le passage d'une information d'un acteur à un ou plusieurs autres, se produisent au cours d'interaction. En étudiant les traces de ces interactions, nous pouvons construire représentation de la coopération selon trois points de vue.

- Le point de vue des flux d'échange . Il s'agit d'une lecture des interactions ne faisant état que de l'occurrence de celles-ci (nombre, fréquence). Ce point de vue ne cherche pas à déceler de phénomènes d'ordre ou de récurrence dans les interactions. Elle fait état de relations (mesurables) entre acteurs sans préjuger ni de la nature de l'échange ni de la forme de la relation .

Figure 2. Lecture par flux des interactions élémentaires

- Le point de vue des types d'échange. Il s'agit d'une lecture qui porte sur la nature des interactions entre deux acteurs sur une relation courte. Cette relation est illustrée par exemple par la forme « question/réponse ». Ce sont ces bribes de structuration des interactions que nous appelons « briques de coopération ».

Figure 3. lecture par type de « briques coopératives »

- Le point de vue des configurations d'échange .Il s'agit d'une lecture sur les « alterations » [QUE] entre deux acteurs sur une relation plus longue. Cette relation est comparable à celle d'une conversation. Ce sont ces structures plus complexes que nous appelons « paradigmes coopératifs ».

Figure 4. Lecture par « paradigmes coopératifs »

Ces points de vue ne sont pas exclusifs d'autres approches. On peut imaginer d'autres niveaux plus complexes de structuration des interactions [GOD]. Nous faisons pourtant le constat que plus le niveau d'agrégation est élevé plus il devient singulier et donc difficilement reproductible. Si de tels niveaux peuvent être pertinents pour une approche théorique des comportements coopératifs, ils deviennent inopérants dans une perspective appliquée dont on a dit qu'elle devait rester simple et proche des pratiques des acteurs.

1.9. Types de briques de coopération

A partir de l'analyse des pratiques d'échange de document nous avons construit une première liste de type de briques. La manière de faire cette liste a consisté à décliner les positions possibles que l'émetteur entend donner à l'information par rapport au récepteur, partant du fait que l'information formalise la relation entre les acteurs.

Voici quelques-unes des briques identifiées:

- La brique « pour information »:
l'émetteur met à disposition une information présentant un intérêt pour le processus de conception mais dont l'absence ne lui nuit pas fondamentalement.
- La brique « pour consultation »:
l'émetteur met à disposition une information nécessaire au projet et qui exige d'être lue.
- La brique « pour question »:

l'émetteur demande un conseil, des précisions; il attend une réponse en retour.

- La brique « pour addition »:
l'émetteur met à disposition un document partiel devant être complété et retourné.
- La brique « pour correction »:
l'émetteur met à disposition un document et en attend des commentaires et des annotations.
- La brique « pour validation »:
l'émetteur demande l'approbation de l'information qu'il transmet . Son retour est obligatoire pour la poursuite du processus de conception-construction.

La mise en œuvre de ces briques peut s'appuyer sur l'attribution de « droit » et « devoir » donnés par l'émetteur d'une information aux récepteurs (ex. droit de lire, d'écrire, de corriger, devoir de rendre un avis, etc).

1.10. Types de paradigmes coopératifs

A partir de l'analyse des pratiques d'échange entre acteurs nous avons pu également construire une première liste d'agrégation plus complexe de briques de coopération.

Cette complexification de l'échange est en particulier motivée dans les situations où:

- l'information traitée est complexe: par exemple, un APD est composé de pièces graphiques et de pièces écrites qui ne sont pas équivalentes. L'architecte peut transmettre à un acteur une partie de l'information "pour consultation" et à un autre « pour correction »;
- une question amène une autre question à un tiers (phénomène en cascade);
- la relation entre acteurs est longue: par exemple, la relation d'un architecte avec le BET est comparable à des aller et retours multiples et croisés de questions et de réponses.

Les paradigmes de coopération ne définissent plus seulement une position « à un moment donné » d'une information par rapport à un récepteur, mais ils régissent les « comportements mutuels » de deux ou plusieurs acteurs à l'égard de la production de l'information. Ils impliquent une simultanéité de leur travail ou pour être plus précis, une synchronisation de l'information qu'ils s'échangent. La pratique nous en donne quelques pistes.

Voici quelques-uns des paradigmes identifiés:

1.10.1. Le paradigme « contractant/prestataire »

Dans ce paradigme un acteur (prestataire) peut travailler sur des versions en cours d'un travail mené par un autre acteur (contractant) dès lors que celui-ci a rendu accessible un état provisoire de son travail.

Exemple : ce paradigme se rencontre parfois dans la relation architecte /bureau d'étude. L'architecte fournit un fond de plan au BET qui ajoute une information, et au besoin fait une demande de modification à l'architecte. Lorsque le résultat satisfait aux exigences de l'architecte, cette relation éphémère prend fin.

1.10.2. Le paradigme « prescripteur/contrôleur »

Il s'agit du cas où un acteur conduit une activité sous le contrôle d'un autre. Le contrôleur n'agit pas directement sur la conception mais définit ou met en oeuvre des règles qui contraignent ou orientent le prescripteur.

Exemple : ce paradigme se rencontre fréquemment dans la relation architecte/service d'urbanisme ou architecte/bureau de contrôle ou architecte/dessinateur. Dans ce dernier cas, le dessinateur produit un travail qui est visé par l'architecte, qui le critique, le commente, l'oriente et le valide.

1.10.3. Le paradigme « coauteur/coauteur »

C'est le paradigme de la conception synchrone qui identifie un travail à « plusieurs mains ». Au lieu d'attendre qu'un élément soit défini avec exactitude par un acteur pour le transmettre à un autre intervenant, il paraît judicieux de penser des solutions qui permettent aux deux acteurs de travailler de manière synchrone pour confronter leurs points de vue dans l'action. Ce paradigme est particulier parce que la relation qui lie les acteurs est fortement symétrique, les rôles de chacun s'inversant à chaque échange. Ce paradigme est également le plus difficile à maintenir du point de vue de la coordination.

Exemple : ce paradigme se rencontre dans la relation entre plusieurs architectes intervenant sur un même projet.

L'intérêt de cette taxinomie générique réside dans le fait qu'on peut établir ensuite des protocoles de coopérations instanciables dans chaque situation concrète [TAT]. Ces protocoles peuvent ensuite être traduits dans des bases de règles qui rendent possibles le développement d'outils supports à la coopération entre différents acteurs voire des moteurs de coopération. Toutes ces procédures doivent être bien évidemment transparentes pour l'utilisateur.

Eléments de conclusion

Le travail en cours nous a permis par le croisement entre deux pratiques de recherche d'avancer dans la définition d'un modèle de coopération appliqué au domaine de l'architecture et du bâtiment qui prennent en compte les spécificités de ce domaine mais aussi les acquis méthodologiques du travail partagé dans le domaine du génie logiciel.

Les premières expériences sur des outils prototypes (projet « Tua Motu » par l'équipe ECOO/LORIA) fait apparaître plusieurs faits :

- Le développement d'outils de partage d'information n'a pas pour seul effet de permettre des échanges, il induit des formes spécifiques de coopération . Il est donc probable que la mise en œuvre de tels outils va participer d'une évolution de la maîtrise d'œuvre vers une activité de co-conception plus simultanée. L'architecture logicielle qui définit les environnements de travail n'est pas sans influencer sur les pratiques mêmes de coopération.
- Les outils n'atteignent leur pleine efficacité que dans la mesure où il existe une conscience de groupe et une volonté réelle d'échange.
- La concourance de l'information se heurte (parfois) à la concurrence des acteurs.
- L'efficacité de la co-conception ne peut se substituer à l'efficacité propre de chacun des intervenants. Au contraire, elle ne fait que mieux mettre en avant la compétence propre de chacun des acteurs et leurs responsabilités dans le projet partagé. La notion de maîtrise d'œuvre (point de vue du projet) et peut être plus finement encore d'administrateur (point de vue de la gestion de l'environnement logiciel) restent des données clefs pour le bon fonctionnement du processus coopératif.
- Enfin, comme dans tous systèmes, c'est le maillon le plus faible qui définit toujours le degré d'efficacité maximum de l'organisation coopérative.

Bibliographie

[CIC] Anna Cicognani, Mary-Lou Maher, " Models of Collaboration for Designers in a Computer Mediated Environment ", *Proceedings of the Third International IFIP WG5.2, Workshop on Formal Aspects of Collaborative CAD*, Sydney, Février 1997, pp.99-108.

[CLA] Bruce H. Clark, « Mon affaire est sur le web », *Expension Management Review*, Juin 1997, pp. 33-42. Publié initialement sous le titre « Welcome to my parlor », *Marketing Management*, 1997.

[CRI] CRISTO-CNRS, INRIA Rhône-Alpes, UDEC, *Le dossier unique actualisé, conception d'un outil d'échange de données et de mise en accord entre métiers du bâtiment*, Recherche No 67, éditions PCA, Paris, 1995.

[DON] Andy Dong, Frank Moore, Cameron Woods, Alice Agogino, " Managing Design Knowledge in Enterprise-Wide CAD ", *Proceedings of IFIP WG5.2 Second Workshop on Formal Design Methods for CAD*, Mexico, 13-16 Juin 1995.

[GOD] Claude Godart, O. Perrin, H. Skaf, " Coo: A Workflow Operator to Improve Cooperation Modeling in Virtual Processes ", *Proceedings of the Ninth International Workshop on Research Issues on Data Engineering: Information Technology for Virtual Enterprises*, IEEE Computer Society, Sydney, 23-24 Mars 1999, pp.126-131.

- [GOO] Jack Goody, *La raison graphique : la domestication de la pensée sauvage*, traduit de l'anglais et présenté par Jean Bazin et Alban Bensa, Paris, Ed. de Minuit, 1986, 274 p.
- [HEL] T.W. Hellmuth, G. Barth, D. Haban, M. Maier, " Concurrent Engineering Enabled by Generic Product Models ", *Proceedings of International Manufacturing Productivity Symposium*, IBM, East Fishkill, USA. Octobre 1993.
- [HUA] Jeffrey Huang, « How do distributed design organisation act together to create a meaningful design ? », *Proceeding of the CADfuture's 99 Conference*, Atlanta, 1998, pp. 99-115.
- [QUE] P. Quéau, « Alteraction », in *Vers une culture de l'interactivité*, Cité des sciences et de l'industrie, La Villette, col. Déchiffrages, Paris, 1998.
- [LEV] Pierre Levy, *L'intelligence collective*, La Découverte, Paris, 1997.
- [MAL] T.W. Malone, K. Crowston, J. Lee, B. Pentland, " Tools for inventing organizations : Towards a handbook of organisational processes ", *Management Science* (Vol. 45, No 3), MIT Center for Coordination Science, Mars 1993
- [MID] C. Midler, S.B.M. Jouini, *L'ingénierie concourante dans le bâtiment, synthèse des travaux du GREMAP*, Recherche n°75, éditions du PCA, Paris, 1996.
- [SAL] Hélène Saliou, *Conception d'un environnement pour le support de téléactivités coopératives*, Thèse en Informatique, Université de Rennes 1, 1996.
- [NAM] Tek-Jin Nam, " An Investigation of Multi-user Design Tools for Collaborative 3-D Modeling ", *The 1998 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work (Doctoral Colloquium)*, Seattle, 14-18 Novembre, 1998.
- [RAY] Jeffrey Rayport, John Svikola, " Managing in the marketspace ", *Harvard Business Review*, Novembre-Décembre 1994.
- [SAU] Anne Sauvageot, Michel Deglise, *Culture visuelle et art collectif sur le web*, Délégation aux arts plastiques (Ministère de la Culture), Paris, Juin 1999.
- [TAT] S. Tata, G. Canals, C. Godart, " Specifying Interactions in Cooperative Applications ", *11th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering*, Kaiserslautern, 17-19 Juin 1999
- [ZRE] K. Zreik et B. Trousse. *L'organisation de la conception*, EUROPIA, Décembre, 1994