

Ergonomie du Travail coopératif en conception

Bertrand T. DAVID, Franck TARPIN-BERNARD, Christian VIAL
Laboratoire GRACIMP
ECOLE CENTRALE DE LYON - Département MIS
36, avenue Guy de Collongue
B.P. 163 - 69131 Ecully cedex
Tel: 72.18.64.43 Fax: 78.33.16.15
E-mail: david@cc.ec-lyon.fr, tarpin@cc.ec-lyon.fr, vial@cc.ec-lyon.fr

RESUME :

Généralement, la conception de produits complexes fait intervenir plusieurs personnes avec des compétences et des rôles différents. Jusqu'à une époque récente, les outils informatiques ne prenaient pas en compte cette dimension et laissaient au chef de projet le soin de gérer le processus de conception et sa dimension multi-participant, hors système informatique. Les recherches en travail coopératif ont pour but de proposer un nouveau type d'application, appelé "collecticiel", prenant en compte des utilisateurs multiples. Après une brève présentation des principes du travail coopératif, nous dégagons de l'analyse de la conception coopérante quatre modes de coopération que nous discutons du point de vue ergonomique. A partir d'un scénario concret, nous abordons sous un angle pragmatique l'ergonomie des différentes activités mises en œuvre, et dégagons des primitives de coopération.

MOTS CLES :

Conception coopérante, collecticiel, applications Windows coopérantes, AutoCAD.

ABSTRACT :

Generally, the design of complex products involves several persons with different skills and roles. During many years, software did not take in account this dimension, so that the headmaster of project was in charge of the management of design process and multi-user problems. CSCW researches propose a new type of software, called groupware, that consider several users. After a short introduction to cooperative work, we extract from the analysis of cooperative design four modes of cooperation that we discuss with an ergonomic point of view. From a concrete scenario, we deal with the ergonomics of the different activities that are involved, and rise cooperative primitives.

KEYWORDS :

Cooperative design, groupware, cooperative Windows software, AutoCAD.

1 - INTRODUCTION

Les systèmes industriels qu'ils soient de conception, de contrôle de production ou de formation sont à la fois de plus en plus intégrés et de plus en plus collectifs. La dimension intégration a fait objet de nombreuses investigations, de recherches et de mises en oeuvre industrielles. Les systèmes intégrés actuels proposent de gérer l'ensemble des activités et des données manipulées. Cependant, leurs utilisateurs agissent généralement de façon individuelle, en s'ignorant mutuellement. L'exemple le plus classique est la consultation, éventuellement simultanée, d'une base de données. Le SGBD doit assurer cette pluralité d'accès en assurant la protection et éventuellement le verrouillage des informations en cas d'accès concurrents. Dans ce contexte, chaque utilisateur a l'impression d'agir seul dans un environnement dont l'ergonomie lui est spécifique.

Dans les approches coopératives, l'individualisme des participants n'est plus souhaitable. Les tâches à mener sont soit collectives (nécessitant l'intervention organisée - simultanée ou alternative - de plusieurs participants) soit individualisées mais avec un objectif collectif. Dans ce contexte, l'ignorance mutuelle des intervenants doit laisser place à une certaine conscience du groupe. Il faut donc mettre en place une nouvelle génération de systèmes interactifs multi-participant permettant la coopération entre les intervenants et proposant des ergonomies appropriées aux tâches collectives et individuelles.

2 - PRINCIPES DU TRAVAIL COOPERATIF ASSISTE PAR ORDINATEUR

Aujourd'hui, le travail de conception de produits complexes fait intervenir plusieurs personnes avec des compétences et des rôles différents. Jusqu'à une époque récente, les outils informatiques ne prenaient pas en compte cette dimension et laissaient au chef de projet le soin de gérer le processus de conception et sa dimension multi-participant hors système informatique. Les recherches en travail coopératif ont pour but de proposer un nouveau type d'application, appelé "collecticiel". Le collecticiel ou CSCW (computer supported cooperative work) [2] est une application interactive multi-participant grâce à laquelle les hommes peuvent réaliser une tâche "en commun" à partir de leurs postes de travail respectifs. Il s'agit maintenant de gérer non seulement l'interface homme-machine mais également l'interface homme-homme médiatisée par la machine.

Cette relation entre les différents participants peut être envisagée sous différents aspects. On peut ainsi vouloir réunir des personnes distantes géographiquement (bureau à côté, dans une autre ville, pays ou continent). Il est également possible de permettre aux personnes ne travaillant pas en même temps de collaborer. On constate que dans tous les cas, il s'agit de gérer, via le système informatique, la participation de plusieurs personnes qui peuvent n'être présentes que virtuellement (dans l'espace et/ou dans le temps). Le premier objectif des collecticiels est donc de proposer un support d'**abolition des dimensions espace et temps**. De plus, il apparaît rapidement la nécessité de connaître et gérer les interventions des différents utilisateurs. Ainsi, les intervenants constituent un **groupe de travail** qui doit s'organiser et se situer dans le temps et dans l'espace. L'organisation peut conduire à la définition de **rôles**, de sous-groupes et de **phases de travail**.

Le succès d'un travail coopératif peut se mesurer à la façon dont le collecticiel est capable de créer, et de soutenir une bonne dynamique de groupe. Celui-ci doit donc contribuer à faire disparaître la virtualité de présence des participants. Le travail doit pouvoir se dérouler au moins aussi naturellement qu'en présentiel et sans le support informatique. Il

doit même bénéficier d'une organisation du travail plus efficace s'appuyant sur les nouvelles possibilités offertes par l'informatique. Celle-ci constitue ainsi un nouveau support de *production*, de *conversation*, de *communication*, de *coordination* **entre les hommes**. Le dispositif technologique mis en place ne doit pas perturber le travail ni la dynamique de groupe créée. Lors de la conception de systèmes coopératifs, il faut donc avoir conscience que la dimension usage, qui permet de valider l'environnement proposé, est au moins aussi importante que la dimension réalisation (ingénierie).

3 - CONCEPTION COOPERANTE

Cette problématique générale du travail coopératif est parfaitement applicable à l'activité de conception. En effet, il est possible de bâtir différents scénarios de collaboration entre concepteurs et de modéliser la conception coopérante. Celle-ci se justifie par le fait que la conception de produits complexes nécessite de nos jours des compétences pluridisciplinaires très poussées, si bien que personne ne peut s'acquitter seul de cette tâche. De ce fait, les problèmes sont découpés en études de sous-ensembles possédant entre eux des relations et des contraintes. Ces études sont attribuées à plusieurs personnes dont la tâche commune est de réaliser in fine un système global constitué par l'ensemble des sous-systèmes. Les sous-ensembles correspondent à des techniques et des métiers éventuellement différents. Toutefois, les interactions définies entre eux sont suffisamment fortes pour que les choix effectués dans l'un réagissent sur l'autre.

L'organisation du travail en conception coopérante a donné lieu à la proposition de différents modèles de travail. Dans le projet CIM-ONE [3], plusieurs modèles ont été proposés avec pour chacun les descriptions du cahier des charges constituant le contrat de conception, des activités à mener définissant les droits et les devoirs de chaque intervenant, et du résultat à obtenir sur l'objet en cours de construction. Une modélisation semblable a été utilisée dans le projet ESPRIT IPDES [1] avec la notion de contrat de conception et la transformation de ce contrat en sous-contrats.

Sans reprendre ici l'ensemble de ces propositions, nous pouvons considérer qu'un travail en groupe peut s'organiser selon les deux modes extrêmes de travail que sont la **sous-traitance** et la **co-traitance**. Le mode de travail effectif est souvent obtenu par l'application de ces deux modes de base à des parties du travail à effectuer. Dans les deux cas, le chef de projet *décompose* le travail à réaliser en parties et le décrit sous forme d'objectifs et de contraintes. Il fournit à chaque exécutant le sous-ensemble de départ et le contexte. Chaque participant travaille sur son sous-ensemble en respectant les objectifs et les contraintes imposés puis fournit au chef de projet le résultat du travail. Le chef de projet réceptionne les sous-ensembles réalisés, les contrôle et effectue la fusion. Dans le mode de **sous-traitance**, toutes les contraintes doivent être parfaitement définies afin que chaque participant puisse travailler de façon autonome. Une fois que le contexte collectif est acquis, l'ergonomie nécessaire est très proche de celle des outils mono-utilisateur. Dans le mode de **co-traitance**, les interactions entre participants ont lieu durant tout le processus. Celles-ci permettent de détecter et de résoudre au fur et à mesure les problèmes. L'ergonomie doit alors être révisée.

D'autre part, les différentes phases de travail et de validation peuvent être menées soit de façon *séquentielle* (*pure ou itérative*), soit de façon *concourante* (Figure 1). On peut remarquer que la co-traitance ne peut pas s'effectuer en mode séquentiel pur.

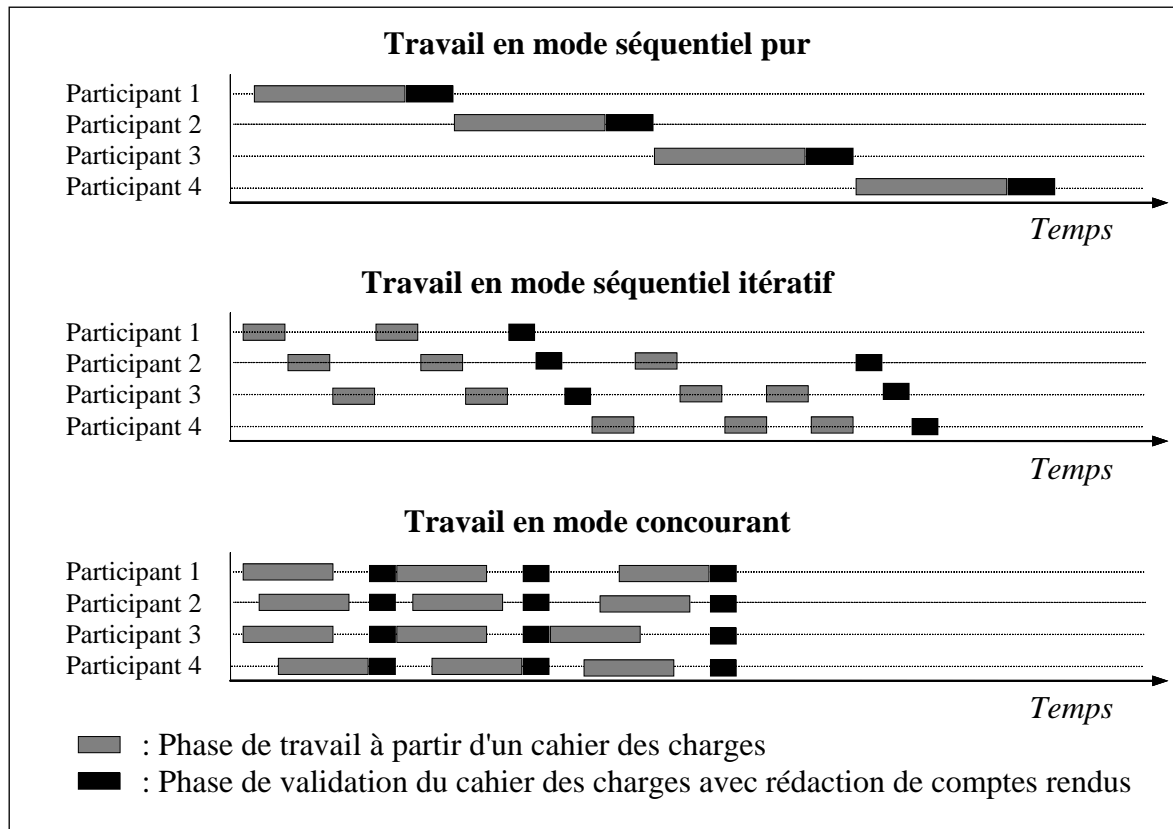


Figure 1 : Différents modes d'organisation du travail coopératif

Le travail à mener constitue un *projet* placé sous la responsabilité d'un *chef de projet*. Concernant les collecticiels, le rang hiérarchique d'une personne au sein d'une session de travail correspond au *rôle du participant*. Hormis le chef de projet qui peut être assimilé à un *donneur d'ordres*, on peut faire apparaître un certain nombre de rôles génériques tels que : *exécutant*, *évaluateur*, *validateur*, *consolidateur* et *conseiller (expert)*. Pour chaque activité, chaque individu possède au moins un rôle issu de ces rôles génériques.

Dans le cadre d'un projet de conception, le chef de projet a le rôle d'animateur. A ce titre, il se porte garant de la cohérence et du bon avancement du projet. Il suit les travaux tout en arbitrant les éventuels conflits entre participants, et valide les sous-ensembles en s'assurant qu'ils sont aptes à réaliser exactement les tâches définies par leurs spécifications. Si tel est le cas, il place les travaux dans un environnement de référence accessible en lecture seulement. De ce fait, il assure l'unicité des versions du travail du groupe. Chaque participant peut néanmoins archiver, dans un environnement privé, une version de ses travaux différente de celle retenue par l'animateur.

4 - LES MODES DE COOPERATION

A partir de l'analyse que nous venons de réaliser de l'activité de conception coopérante, nous dégageons 4 modes de coopération généralisables aux autres activités coopératives du monde industriel. Ces modes correspondent à des granularités d'interaction de plus en plus fines. Il s'agit de :

- **La coopération asynchrone** : les différents participants interagissent dans le projet en échangeant les données et en travaillant quand ils le peuvent (sans co-temporalité).

- **La coopération en session** : les différents participants travaillent en même temps, mais de façon autonome. Ils sont accessibles pour communiquer (en co-temporalité), mais sans partager de façon visuelle les objets de leurs discussions.
- **La coopération en réunion** : des participants clairement identifiés travaillent et communiquent en co-temporalité tout en partageant les objets de leurs travaux et discussions. Ils se voient attribués des rôles en relation avec le but de la réunion. Leurs interventions sont régies par un mécanisme de type “tour de parole”.
- **La coopération étroite** : les participants peuvent travailler, communiquer et interagir en temps réel sur tous les objets partagés du projet. Les conséquences de leurs interventions sont directement gérées au niveau des objets manipulés.

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

La notion de session correspond à l’acte de présence au sein de l’entreprise et peut être rapprochée de la notion d’astreinte. Ainsi, à chaque instant, les participants connaissent la liste de leurs interlocuteurs potentiels. Dans le cas de l’astreinte, cette liste est définie par le chef de projet. Le téléphone est un outil type de coopération en session. En effet, la communication téléphonique s’établit seulement si les interlocuteurs sont présents simultanément. Cependant, l’informatique permet d’envisager des outils beaucoup plus puissants qui permettent d’abolir d’une façon plus nette les barrières spatiales séparant les différents participants d’un projet. L’objectif principal de la *coopération en session* est de faire diminuer les délais d’interaction entre les membres du projet.

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

La *coopération étroite* permet une interaction maximale entre les individus dans un monde cohérent simulant la réalité. Elle se rapproche de la notion de travail coopératif à la planche. C’est surtout dans ce cadre que l’on peut imaginer de nouvelles formes de coopération non encore exploitées. La puissance de cette coopération réside dans la liberté d’action qu’engendre la possibilité d’agir finement et simultanément sur des objets d’un monde virtuel global. L’objectif principal de la *coopération étroite* est d’accroître la co-production des différents membres du projet.

La mise en oeuvre de la coopération en réunion ou de la coopération étroite nécessite la création de techniques dites WYSIWIS (What You See Is What I See). Ce sont ces techniques qui permettent à plusieurs utilisateurs de partager des mêmes vues sur certains objets. Lorsque les vues diffèrent plus ou moins, on parle de WYSIWIS relâché.

Dans les 3 modes de coopération synchrone, **la gestion du contrôle et le maintien de la cohérence sont primordiaux.** Sur le plan ergonomique, ils ont un impact sur la réactivité

des objets manipulés, c'est-à-dire sur la nature et la qualité des retours visuels (*feedback*). Le contrôle de concurrence qui assure la cohérence des données peut être explicite ou implicite (transparent pour l'utilisateur). Dans le *contexte explicite*, le contrôle sur les opérations peut être mis en oeuvre par un protocole de type "tour de parole" géré par un animateur. Si le contrôle porte sur les données, il peut conduire à une segmentation de ces dernières. Dans le *contexte implicite*, il peut se traduire sur un plan informatique par la mise en oeuvre de mécanismes plus ou moins fins de verrouillage, et sur un plan social par une auto-régulation du groupe de travail.

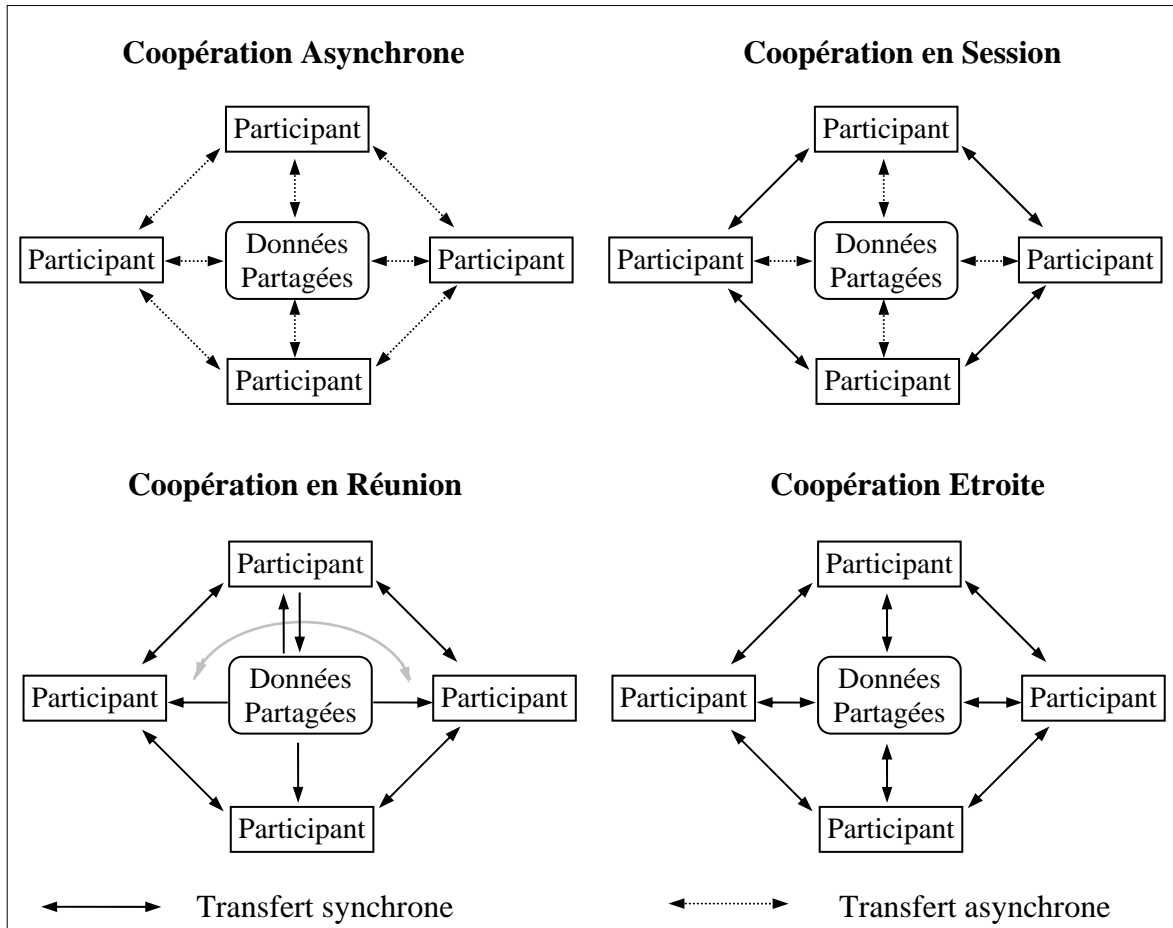


Figure 2 : Illustration des communications dans chaque mode de coopération

5 - LES PRIMITIVES DE COOPERATION

Pour construire des systèmes informatiques permettant une conception coopérante, il est nécessaire d'identifier quelles sont les primitives de coopération devant être mises en oeuvre. Cette recherche est indissociable de l'identification des objets support de la coopération. Historiquement, les premiers systèmes informatiques ont permis de travailler sur des *objets de conception* (plans, textes, graphiques...). Puis grâce à l'apparition d'outils de *gestion de projets* (définition d'étapes, de calendriers...), il a été possible de travailler de façon organisée. Enfin, par l'introduction d'outils permettant la structuration des processus de conception (*cahiers des charges fonctionnelles*, etc.) les concepteurs ont pu travailler de façon logique et organisée. Aujourd'hui, pour travailler ensemble, il faut introduire de nouveaux types d'objets (listes d'individus, listes de droits, messages audiovisuels, listes de participants aux sessions ou réunions).

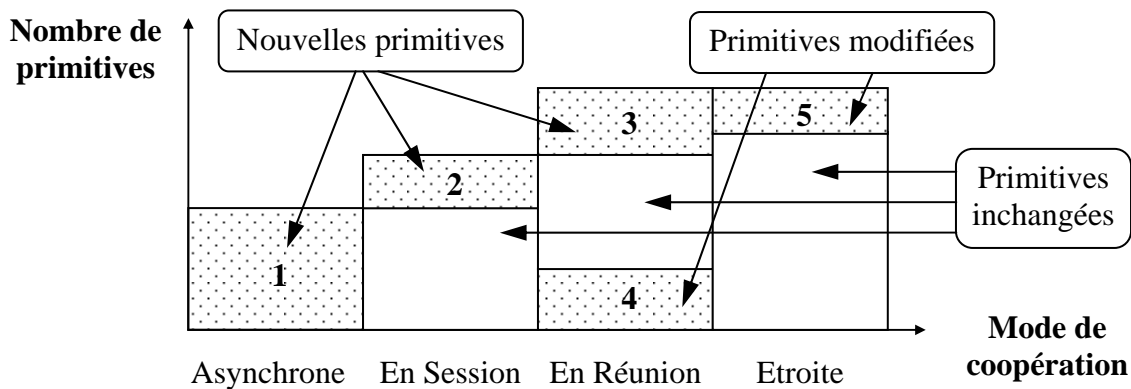
A partir de ces types d'objets, on peut rapidement identifier les primitives génériques suivantes : fonctions d'édition (création, destruction, consultation, modification), fonctions de structuration (décomposition, consolidation), validation, diffusion et partage synchrone (des objets de conception) avec d'autres participants. A partir des rôles génériques évoqués précédemment on peut proposer la liste des primitives accessibles à un rôle déterminé.

Objets Primitives	Objets de conception	Agendas, Etapes	Cahier des charges	Tables des individus	Tables de droits	Messages A/V	Listes de membres
Création	MP	CP	DO	RS	RS	MP	R
Destruction	MPA	CP	DO	RS	RS	MPA	R
Consultation	MPA	MPA	MPA	MP	MPA	MPA	MP
Modification	MPA	CP	CP	RS	CP	MPA	R
Décomposition	MPA	CP	CP	RS	RS	MPA	R
Consolidation	C	CP	CP	RS	RS	MPA	R
Validation	V	CP	CP	RS	CP	MPA	R
Diffusion	MPA	CP	CP	RS	RS	MPA	R
Partage	MPA						

DO : Donneur d'ordre, CP : Chef de projet, MP : Membres du projet, MPA : Membres du projet autorisés, V : Validateurs, C : Consolidateurs, RS : Responsable système, R : Responsable réunion ou session

Tableau 1 : Rôles en fonction des données et primitives de coopération

Selon le mode de coopération retenu, on peut aussi étudier quelles sont les primitives nouvelles et celles qui doivent être redéfinies.



Objets Primitives	Objets de conception	Agendas, Etapes	Cahier des charges	Tables des individus	Tables de droits	Messages A/V	Listes de membres
Création	1 - 4	1 - 4	1 - 4	1 - 4	1 - 4	2	3
Destruction	1 - 4	1 - 4	1 - 4	1 - 4	1 - 4	2	3
Consultation	1 - 4	1 - 4	1 - 4	1 - 4	1 - 4	2	3
Modification	1 - 4	1 - 4	1 - 4	1 - 4	1 - 4	2	3
Décomposition	1	1	1	1	1	2	3
Consolidation	1	1	1	1	1	2	3
Validation	1	1	1	1	1	2	3
Diffusion	1	1	1	1	1	2	3

Partage	3 - 5						
---------	-------	--	--	--	--	--	--

Tableau 2 : Données et primitives de coopération selon le mode de coopération

L'utilisation d'une primitive de coopération sur un objet constitue une activité de coopération. A titre d'illustration, nous présentons ci-dessous un tableau reprenant quelques activités de coopération. Dans chaque case, le nombre de points correspond à l'efficacité de l'activité en terme de rapidité ou de qualité. Lorsque le déroulement de l'activité évolue dans le temps, les points blancs ○ indiquent les phases d'initialisation de l'activité, tandis que les points noirs ● indiquent les phases de réalisation de l'activité.

Activité de coopération		Mode de Coopération			
Activité	Catégorie ^(*)	Asynchrone	En Session	En Réunion	Etroite
Prise de rendez-vous individuel	Coo	●	● ●		
Mise en place de réunion	Coo	●	● ●	● ● ●	
Préparation Etape	Coo	●		● ● ●	
Conseil	Com - Pro	○ ●	○ ○ ● ●		● ● ●
Echange de données	Com - Pro	●	● ●		● ● ●
Signature	Pro	●			
Validation - Consolidation	Pro			● ● ●	
Co-Production	Pro	○ ●	○ ○	● ●	● ● ●

(*) Coo : Coordination, Com : Communication, Pro : Production

Tableau 3 : Répartition des activités selon les modes de coopération

Pour illustrer le contenu du tableau 3, étudions le cas de l'activité de "conseil". Le conseil est une activité de communication entre les participants pouvant permettre au demandeur de réaliser une opération de production. La demande de conseil peut être réalisée de façon asynchrone (messagerie), mais elle a plus de chance d'être efficace (détermination du bon interlocuteur) dans un échange en session. Si la réponse du conseiller est simple, elle pourra être donnée de façon asynchrone (message de réponse), mais si un dialogue doit s'instaurer, la coopération en session est alors nécessaire et beaucoup plus efficace. Pour mieux se comprendre, le conseillé et le conseiller peuvent avoir besoin de partager les outils supports du conseil. Ils doivent alors travailler en collaboration étroite. C'est dans cette situation que le conseil est le plus efficace.

S'il apparaît sur ce tableau que plus la coopération est étroite plus l'efficacité collective est importante (moins d'incompréhension, plus de communication), il ne faut pas croire qu'une telle forme de coopération est toujours nécessaire. En effet, de part la multiplication des feedbacks collectifs et l'augmentation des sollicitations, la surcharge cognitive risque d'être très importante. Chaque individu va être confronté à des problèmes croissants d'organisation s'il veut conserver une grande efficacité individuelle.

Sur un plan ergonomique, l'environnement de travail doit être constitué d'un ensemble d'outils réutilisables assurant des services spécifiques. Le **compromis optimal entre efficacité collective et efficacité individuelle** passe alors par des possibilités de personnalisation de la composition de l'environnement et de personnalisation de chaque outil. Ces adaptations respectent à la fois les rôles et les goûts de chaque utilisateur.

Pour valider certains des concepts présentés précédemment, nous avons choisi d'utiliser une application classique de CAO (AutoCAD sous Windows) que nous rendons

progressivement coopérative. En effet, AutoCAD est une application relativement ouverte qui propose le concept de plan comme moyen d'organisation des données manipulées (équivalent à la notion de calque). En nous appuyant sur une architecture centralisée mettant en oeuvre un serveur de coopération incluant les primitives de gestion des individus et de propagation des informations, la réalisation des deux premiers modes de coopération s'effectue assez simplement en utilisant conjointement à Autocad des outils spécialisés (ex: Eudora[®] pour la messagerie et CU-SeeMe[®] pour la communication audio/video). Pour la coopération en réunion, nous devons cependant intégrer à Autocad des fonctions permettant de définir des plans accessibles à un seul utilisateur en lecture ou en écriture, la notion de plan privé, la notion de plan public (en lecture ou en écriture), les opérations sur les plans (copier P₁ vers P₂, consolider P₁ à partir de P₁, P₂, P₃...) ou la définition d'un plan spécialisé permettant de simuler un télépointeur [11].

7 - CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Nous avons identifié des services nécessaires à la coopération dans le cadre d'une activité de conception et nous nous sommes fixé comme objectif d'ajouter ces services à une application mono-utilisateur pré-existante (AutoCad pour Windows). Cette approche nécessite d'utiliser des mécanismes dont l'adéquation n'est pas évidente et dont l'ergonomie est quelquefois difficile à améliorer. Les mécanismes Windows et Unix sont utilisables pour réaliser l'objectif, et les fonctionnalités visées sont presque toutes validées. Si la généralité des mécanismes système utilisés empêche quelquefois de coller de très près à l'application coopérative, un des avantages du choix de ces mécanismes est leur flexibilité.

Aujourd'hui, la communauté CSCW ne dispose que de peu d'éléments permettant de juger la pertinence des primitives de coopération et encore moins leur ergonomie. Si nous n'avons pas résolu le problème, notre démarche pragmatique vise à définir les bases de cette réflexion. L'exhaustivité étant impossible nous avons choisi d'étudier en priorité :

- l'impact du relâchement du WYSIWIS sur l'efficacité du travail collectif (différentes présentations pour différents participants, notamment en relation avec leur rôle dans l'équipe),
- la prise en compte des moyens multimédia (le son puis l'image) pour la coordination entre les participants,
- l'influence mutuelle des choix technologiques (transport, gestion du verrouillage, politique de diffusion,...) et des façons de travailler (granularité sémantique du travail) sur la dynamique de groupe.

L'environnement en cours de mise en oeuvre à l'Ecole Centrale de Lyon a pour but de permettre ce type de tests d'usage. Il s'agit notamment de mesurer l'influence des solutions alternatives proposées sur le travail coopératif et sa dynamique :

- quels sont parmi les relâchements proposés ceux qui sont réellement ou le plus souvent utilisés,
- comment se passe la conversation entre participants et avec quels moyens (messages textuels, messages vocaux ou vidéo),
- en quoi les choix technologiques comme la granularité de verrouillage modifient la façon de travailler du groupe ?

9 - BIBLIOGRAPHIE

- [1] BRUN J.-M. & al., *IPDES: an approach to the integration of design and manufacturing, in Realizing CIM's Industrial Potential*, IOS Press p.190-200, 1993
- [2] BANNON L.J., SCHMIDT K., *CSCW: Four Characters in Search of a Context*, Studies in Computer Supported Cooperative Work- Theory, Practices and Design, Ed. North Holland, Amsterdam, 1991, pp. 3-16.
- [3] DAVID B.T., MARTY C., VANDORPE D. & al., *Environnement informationnel pour le CIM: Projet CIM-ONE*, 23ème CIRP, Séminaire International sur les Systèmes de Production, Nancy 6-7 juin 1991
- [4] DECOUCHANT D., QUINT V., VATTON I., *L'édition coopérative de documents avec Griffon*, Actes des Quatrièmes Journées sur l'Ingénierie des Interfaces Homme-Machine, Télécom Paris, Paris, 1992, pp. 137-142.
- [5] DOURISH P., BELLOTTI V., *Awareness and Coordination in Shared Workspaces*, ACM Conference on CSCW, Sharing perspectives, Proceedings, Toronto, Canada, 1992, pp. 107-114.
- [6] ELLIS C.A., GIBBS S.J., REIN G.L., *Groupware, Some Issues and Experiences*, Communications of the ACM, 34, n°1, January 1991, pp. 38-58.
- [7] GARRO O., *Une expérience en conception distribuée*, Actes de 01 Design'95 : Aspects communicatifs en Conception, Autrans, 1995, p 231 à 243.
- [8] HAMMAINEN H., *Scalability requirements of real-time groupware*, Telepresence - First International Conference in Technologies and Theories for human cooperation, collaboration, coordination , 22 to 24 march 1993, LILLE, pp. 24-30.
- [9] JAGOU P., *Concurrent Engineering : La maîtrise des coûts, des délais et de la qualité*, Ed Hermès, 1993.
- [10] NEWMAN-WOLFE R.E., WEBB M.L., MONTES M., *Implicit Locking in the Ensemble Concurrent Object Oriented Graphics Editor*, ACM Conference on CSCW, Sharing perspectives, Proceedings, 1992, Toronto, Canada, pp. 265-271.
- [11] SHU L., FLOWERS W., *Groupware Experiences in Three-Dimensional Computer-Aided Design*, ACM Conference on CSCW, Sharing perspectives, Proceedings, 1992, Toronto, Canada, pp. 179-186.
- [12] SMITH H.T., HENNESSY P.A., LUNT G.A., *An object-oriented framework for modelling organisational communication*, Studies in CSCW - Theory, Practices and Design, Ed. North Holland, Amsterdam, 1991, pp. 145-157.
- [13] TICHKIEWITCH S., *De la CFAO à la conception intégrée*, *Revue internationale de CFAO et d'infographie*. Vol 9 - n° 5, 1994, p 609 à 621.