Science Arts & Métiers (SAM)

is an open access repository that collects the work of Arts et Métiers Institute of Technology researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in: https://sam.ensam.eu
Handle ID: .http://hdl.handle.net/10985/9088

To cite this version :

Sébastien BERNARD, Aline CAUVIN, Laurent NOBLET, Philippe VERON - Spécification d'un environnement d'ingénierie collaborative multisites, nécessité d'une démarche globale - Revue française de gestion industrielle - Vol. 23, n°2, p.10 p. - 2004

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository Administrator : scienceouverte@ensam.eu

Arts et Métiers Institute of Technology

SPECIFICATION D'UN ENVIRONNEMENT D'INGENIERIE COLLABORATIVE MULTISITE ~ NECESSITE D'UNE DEMARCHE GLOBALE

Sébastien Bernard[◆], Aline Cauvin[❖], Philippe Véron[•], Laurent Noblet[○]

Résumé. - Dans un contexte industriel de plus en plus concurrentiel, les industries se doivent d'adapter leurs méthodes de développement de produits pour réduire les temps de mise sur le marché et les coûts. La solution adoptée par l'industrie aéronautique passe par la mise en œuvre du concept de l'Ingénierie Simultanée. La complexité des produits aéronautiques a forcé les entreprises à créer des alliances et des partenariats, leurs permettant ainsi de mettre en commun leurs ressources (matérielles et humaines), leurs connaissances et leurs compétences. L'éloignement géographique des sites, conséquence de ces partenariats, entraîne des problématiques de collaboration entre les membres du projet. Or, la collaboration est au centre du concept de l'Ingénierie Simultanée. L'avènement des outils de communication permet d'envisager des nouvelles méthodes de travail en équipes géographiquement éloignées. Cet article présente les travaux de recherche du projet européen ENHANCE (ENHanced AeroNautical Concurrent Engineering), et plus particulièrement de la tâche COSITE (COmmon multi-SITE collaborative work).

Mots clés : Entreprise étendue, Ingénierie Collaborative multisite, Conscience de l'environnement, Partage de connaissances

---

◆ Ingénieur à Eurocopter, Doctorant au Laboratoire des Sciences de l'Information et des Systèmes (LSIS) - UMR CNRS 6168

❖ Maître de Conférences à l'École Polytechnique Universitaire de Marseille - Chercheur au LSIS

• Maître de Conférences à l'École Nationale Supérieure des Arts et Métiers d'Aix-en-Provence - Chercheur au LSIS

○ Ingénieur à Eurocopter

1. Introduction

Dans un contexte fortement concurrentiel, les industries se doivent d'adapter leurs méthodes pour réduire au mieux les temps de mise sur le marché de leurs produits et les coûts de développement. L'une des solutions adoptée par l'industrie aéronautique européenne consiste à mettre en œuvre le concept de l'Ingénierie Simultanée (IS) (Molina et al., 1994 ; Cleetus, 1992) [10][4]. De plus, la complexité des produits aéronautiques oblige les organisations à créer des partenariats, qui ont, dans la plupart des cas, une dimension internationale. Ces alliances leurs permettent de partager les risques industriels mais aussi les ressources (humaines et matérielles) et leurs compétences respectives. La conception d'un nouvel aéronef se mène donc, désormais, grâce à une collaboration de plusieurs partenaires, ces derniers étant géographiquement éloignés. De plus, l'Ingénierie Simultanée est basée sur la parallélisation des activités dans un but de réduction des délais de développement et d'augmentation de la qualité. Ceci nécessite une collaboration de tous les instants entre les membres des équipes de développement. Un projet européen intitulé ENHANCE[1] [8] a eu pour but de mettre en place des méthodes et des outils permettant l'application du concept de l'Ingénierie Simultanée dans l'industrie aéronautique européenne. Le projet a été structuré en tâches distinctes, chacune traitant une problématique de l'Ingénierie Simultanée. La tâche COSITE[2] de ce projet traite plus particulièrement de la problématique d'ingénierie collaborative dans un contexte multisite (Bernard et al., 2002) [1][2][3].

Le concept d'Ingénierie Simultanée requiert une forte coopération au sein et entre des processus concourants qui repose sur une bonne compréhension des résultats de chacun de ces processus par toutes les personnes concernées, et sur l'intégration de leurs résultats. Cette collaboration peut être facilitée par des méthodes de travail communes dans chacun des processus. L'Ingénierie Simultanée requiert donc une étroite collaboration entre les membres d'un projet. Mais, l'inconvénient majeur lié au fait que les équipes projets sont géographiquement éloignées, implique des déplacements fréquents de la part des acteurs pour se rencontrer et travailler ensemble.

Les progrès actuels des réseaux informatiques de communication permettent d'envisager une application plus opérationnelle de l'Ingénierie Simultanée. Il est, en effet, désormais possible de collaborer ponctuellement avec un partenaire distant assez facilement. Mais, dans le cadre d'un projet aéronautique il est essentiel de mettre en place, non plus certains outils de collaboration, mais un *environnement* d'ingénierie collaborative qui intègre les différentes problématiques de collaboration tout au long du cycle de développement du produit.

---

[1] ENHanced AeroNautical Conurrent Engineering
[2] COSITE – Common multi-SITE collaborative working methods

Les déplacements fréquents de la part des membres du projet pour se rencontrer engendrent des coûts élevés et des pertes de temps dans le développement du projet. C'est la raison pour laquelle une réflexion sur la mise en place d'un environnement de travail permettant à chaque membre du projet de travailler avec d'autres géographiquement éloignés, tout en restant dans son environnement familier, est aujourd'hui nécessaire. Cela pose des problèmes techniques mais aussi et surtout organisationnels. En effet, l'expérience acquise dans le cadre du projet Européen ENHANCE montre qu'il ne suffit pas de mettre à disposition des acteurs des outils de communication (de type NetMeeting de Microsoft) pour satisfaire les besoins en terme d'environnement d'ingénierie collaborative. Une étude plus poussée doit être engagée au préalable, qui doit tenir compte de l'environnement de travail dans sa globalité.

De plus, la prise en compte des facteurs sociaux est essentielle à une spécification efficace de cet environnement. La cohésion du groupe, la confiance mutuelle, la conscience de la situation (cette notion sera approfondie dans la partie 3 de cet article) sont des notions essentielles (Bernard et al., 2002 ; Gutwin et Greenberg, 2001)[1][9]. La mise en place d'un environnement d'Ingénierie Collaborative Multisite doit donc favoriser et être capable de faire émerger une culture d'équipe projet (ou un esprit d'équipe) de la même façon que cela se passe pour le travail en équipes co-localisées.

Cet article aborde, dans un premier temps, les typologies couramment rencontrées dans le domaine du Travail Collaboratif Assisté par Ordinateur (TCAO). Le terme anglais correspondant est Computer Supported Collaborative Work (CSCW). L'objectif de cette partie est d'appréhender les processus de collaboration. La section 3 traite ensuite de la notion de perception de l'environnement qui est étroitement liée à la mise en place de liens sociaux entre les membres d'un projet.

2. Typologies des Outils de TCAO

La collaboration est au centre du concept de l'Ingénierie Simultanée. Or, ces dernières années l'avènement des outils de communication et de travail en réseau permet d'envisager une collaboration plus efficace entre des entreprises distantes et au sein d'une même entreprise multisite.

Dans le domaine du TCAO, on trouve deux typologies. La première est une typologie basée sur l'espace et le temps alors que la seconde est une typologie fonctionnelle.

2.1 Typologie Espace-Temps

La typologie Espace-Temps, proposée à l'origine par (Ellis, 1991)[7], est basée sur deux sous-typologies :

	Même instant	**Instants différents**
Même lieu	Interactions Synchrones Co-situées	Interactions Asynchrones Co-situées
Lieux différents	Interactions Synchrones Distantes	Interactions Asynchrones Distantes

Figure 1 - Typologie Espace – Temps

- *La typologie basée sur le temps* conduit à distinguer le travail synchrone, le travail mené simultanément par les différents participants, du travail asynchrone permettant à chacun de travailler quand il en a la possibilité. La simultanéité est également appelée co-présence ou co-temporalité.
- *La typologie basée sur l'espace* fait, elle, intervenir la distance, on peut travailler dans le même lieu ou à distance. Dans le premier cas, on parle de co-localisation, dans le second de présence virtuelle, de téléprésence ou de présence à distance.

2.2 *Typologie Fonctionnelle*

D'après la typologie fonctionnelle d'Ellis (Ellis, 1994)[6], Salber dans (Salber, 1995)[11] définit trois espaces pour les outils de TCAO comme le montre la Figure 2 :

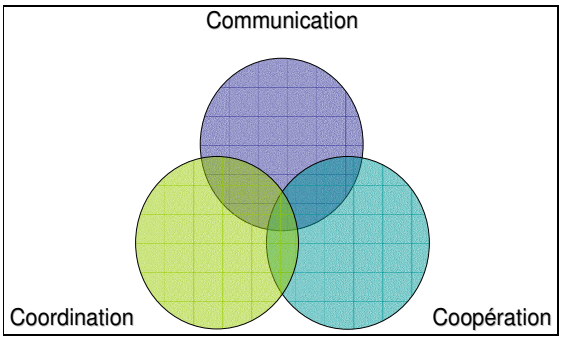

Figure 2 - Le Trèfle Fonctionnel

- *L'espace de coopération* désigne les objets qui résultent d'une activité de groupe. Ces objets doivent être accessibles par tout le monde pour visualisation et modification.
- *L'espace de coordination* définit les acteurs (notamment les individus, les groupes, les rôles), permet d'identifier les activités et les tâches (notamment leurs relations temporelles). Cet espace permet de définir la collaboration dans le temps.
- *L'espace de communication* offre aux acteurs du logiciel de TCAO la possibilité d'échanger des informations. Mais au-delà des informations, des connaissances formelles mais aussi et surtout informelles.

3. Nécessité d'une approche globale

Dans la littérature, de nombreux travaux traitent de l'ingénierie collaborative dans son aspect synchrone/distant. Or, l'ingénierie collaborative doit se traiter de manière globale au sein de l'organisation. Une collaboration efficace ne peut se faire que si des liens sociaux forts existent. En effet, lors d'une collaboration, les acteurs échangent leurs connaissances, leurs expériences, à la seule condition qu'ils aient confiance mutuellement entre eux. Cette confiance ne peut se mettre en place que si l'environnement de travail y est favorable. Une dimension supplémentaire à la collaboration doit donc être intégrée : la dimension sociale.

Ainsi, les deux typologies précédentes ne suffisent pas car elles ne tiennent pas compte des échanges de savoirs entre les acteurs. En effet, lors d'une collaboration, les acteurs échangent des données, des informations mais aussi des connaissances. Lorsque les acteurs sont co-localisés, les échanges de connaissances se font de manière inconsciente alors que, quand les acteurs sont éloignés, il faut mettre en place des mécanismes qui pallient le manque de proximité. Le problème est identique pour les compétences. En effet, lorsqu'un acteur rencontre un problème, il lui est plus difficile de connaître la personne compétente qui pourra l'aider à le résoudre dans un contexte multisite que dans un contexte co-localisé.

Lorsqu'une équipe travaille sur le même lieu et en même temps, des échanges d'information et de connaissances implicites ou explicites se produisent. Ainsi, chaque acteur connaît les activités de tous les autres membres du groupe et peut donc coordonner ses activités. Ces échanges produisent une conscience de groupe que Dourish, dans (Dourish, 1992)[5], définit comme " la compréhension des activités des autres, qui permet de donner un contexte à sa propre activité ". Dans le cas d'une équipe géographiquement éloignée, les échanges informels sont plus difficilement réalisables. Par conséquent, la conscience de groupe disparaît ou est plus limitée et la mise en place d'un environnement d'ingénierie collaborative doit donc prévoir des mécanismes d'échanges informels pour la favoriser.

La conception de produits aéronautiques implique un grand nombre d'acteurs de métiers différents. Les activités de ces acteurs interagissent entre elles. La modification de conception d'une zone de l'appareil va influencer les zones voisines placées sous la responsabilité de partenaires qui peuvent être éloignés. On se rend bien compte ici de la nécessité de travailler en contexte, c'est-à-dire de travailler en tenant compte de son environnement au sens large du terme. La conception en contexte telle que comprise par les spécialistes (i.e. contexte géométrique de la pièce à concevoir) ne suffit pas, il faut aussi tenir compte de l'environnement du concepteur. L'utilisation de la maquette numérique en est un exemple significatif. Il est possible de concevoir une pièce dans son environnement géométrique numérique constamment mis à jour. De la sorte, les problèmes d'interférences par exemple sont résolus pratiquement en temps réel. Mais, le travail en contexte ne s'arrête pas à la maquette numérique, les acteurs doivent aussi intégrer dans leur façon de travailler leur environnement social. Par exemple, ils doivent connaître les responsabilités de chacun

dans leur équipe projet et entre les équipes, ils doivent aussi avoir accès à des informations sur l'état d'avancement du projet, sur les activités des partenaires.

Ce travail en contexte ne peut être réalisable que si des moyens de communication entre sites distants sont mis en place. Les outils de gestion du cycle de vie de produit (comme VPM de Dassault Systèmes), émergeants actuellement dans les industries aéronautiques, permettent une vision plus claire de l'état d'avancement du projet. Mais, ces systèmes sont centrés sur les données et ils ne permettent pas de connaître l'avancement des activités des individus ou des groupes.

Au sein d'une équipe géographiquement éloignée, les informations renseignant les activités des autres ne sont pas toujours accessibles. En particulier les informations implicites, qui sont le vecteur de liens sociaux essentiels à la création d'un esprit d'équipe. Dans la situation où les acteurs travaillent en " co-présence ", c'est-à-dire en même temps et dans un même lieu, les liens sociaux se créent naturellement, après quelque temps passé dans l'équipe, ainsi une culture d'équipe se crée. Ceci n'est plus aussi évident dans le cas d'équipes éloignées. Il faut alors mettre en place des mécanismes permettant de palier à ces lacunes.

Les défauts des collecticiels actuels sont essentiellement dus au manque d'artéfacts permettant d'avoir une bonne conscience de l'environnement. En effet, de nombreuses études portent sur la conscience de la situation en temps réel. Or, ce n'est pas la seule perception que les acteurs doivent avoir de leur environnement. En effet, ils doivent aussi avoir conscience de ce qui a été fait et de ce qui va être fait. Par conséquent, une dimension dynamique de la conscience de situation doit être mise en place.

Comme nous venons de le voir, une collaboration efficace ne peut se faire qu'entre des individus qui ont une confiance mutuelle et des liens sociaux bien établi. Pour cela, il faut que les outils mis en place constituent un environnement d'Ingénierie Collaborative permettant aux utilisateurs de collaborer, c'est-à-dire de communiquer, de coordonner leurs activités et de coopérer sur des documents. Ceci doit pouvoir se faire de manière synchrone ou asynchrone. De plus les utilisateurs doivent avoir une perception claire de cet environnement sans quoi des erreurs dues à des incompréhensions risquent de se produire.

Une étude la plus complète possible des outils d'ingénierie collaborative actuellement présents sur le marché, montre qu'aucun ne permettait de répondre à toutes les exigences suscitées. Cependant, une combinaison étudiée de plusieurs outils permet de couvrir tous les besoins. C'est une démarche d'agrégation de différents outils, répondant chacun à des problématiques particulières, que nous avons adoptée dans la tâche COSITE du projet ENHANCE. Ceci permet de créer un environnement d'ingénierie collaborative adapté.

4. Cas applicatif de spécification d'environnements d'ingénierie collaborative

Dans le cadre de COSITE, deux besoins majeurs en termes de collaboration ont été mis en évidence. Le premier est un besoin de collaboration étroite entre deux concepteurs qui doivent coopérer sur un point précis de leur travail. Pour cela, ils doivent avoir à disposition des outils leurs permettant, depuis leur bureau, de travailler sur un document commun à distance. La particularité ici tient au fait qu'en pratique les personnes se connaissent bien et ont un bon niveau de conscience de leur travail respectif. Cependant, il est difficile d'imposer l'utilisation de nouveaux outils et de nouvelles manières de travailler. Cela génère souvent un sentiment d'intrusion dans les environnements personnels dû au fait qu'ils peuvent être contactés à n'importe quel moment via leur outil informatique. Le deuxième besoin émergeant est celui de salles de revue de projet collaborative. Contrairement au premier, ce besoin fait intervenir plusieurs personnes sur chaque site. Une solution consiste donc à mettre en place des salles de réunion dédiées à la collaboration. La mise en place d'un environnement collaboratif doit donc tenir compte de ces deux besoins principaux, mais des freins aux changements existent qui contraignent l'introduction rapide de ces solutions. D'une manière stratégique, le deuxième besoin a été traité en premier lieu car il introduit, à travers une salle de revue de projet, ces nouvelles méthodes de travail à un plus grand nombre d'acteurs sans forcement les impliquer individuellement sur leur poste de travail habituel. L'objectif stratégique étant ici de faire prendre conscience aux acteurs des équipes projets de l'importance de ces nouveaux modes de fonctionnement, d'en faire la promotion, de les y préparer et de les y habituer. Un déploiement plus large des outils pourra ensuite ainsi se faire plus naturellement dans toute l'organisation avec la mise en place sur tous les postes d'outils d'ingénierie collaborative. De plus, avec ce déploiement large, il sera alors possible de mettre en place un environnement d'ingénierie collaborative totalement intégré à l'organisation et ceci à tous les niveaux.

La suite de cet article présente la mise en application directe de notre approche. En effet, suite aux travaux réalisés dans le cadre du projet ENHANCE (COSITE), la société Eurocopter (Leader mondial des fabricants d'hélicoptères) a décidé de doter ses différents bureaux d'études de salle de revue de conception collaborative. Nous avons donc spécifié ces salles par rapport aux études menées dans le cadre du projet ENHANCE (COSITE). Étant donné que les méthodes de collaboration entraînent de trop gros changements pour les organisations et les moyens, nous avons décidé d'introduire ces nouvelles méthodes progressivement dans l'organisation. Cette démarche permet d'habituer les personnes à l'utilisation des outils et des méthodes d'ingénierie collaborative. C'est la raison pour laquelle nous avons décidé de mettre en place des salles équipées d'outils de communication, de coordination et de coopération.

L'une des spécificités du secteur aéronautique tient au fait que les équipes sont internationales ce qui implique des langues différentes. Ceci entraîne des difficultés supplémentaires de communication entre les membres. La fonction communication est donc très importante. Dans le cas qui nous intéresse, le nombre de participant aux sessions collaboratives peut être relativement important (supérieur à dix personnes sur chaque site). Il est donc indispensable d'avoir recours à la vidéo, sans quoi, la conscience de la situation est très réduite. De plus, la qualité de la vidéo doit être élevée, au sens de la fluidité. Les outils basés sur des webcams ont donc été rapidement exclus à l'avantage des systèmes de visioconférence. Cependant, tous les sites ne sont pas équipés de ce genre de systèmes, il a donc fallu mettre en place un système permettant une communication avec n'importe quel site distant. Or, le moyen de communication le plus répandu dans le monde est le téléphone. Ceci nous a contraint à mettre en place un système d'audioconférence. Or, les systèmes actuels de visioconférence permettent cette fonctionnalité.

Étant donné les problèmes de communication dus aux barrières de langues, nous avons décidé de mettre en place un système de support à la communication permettant d'améliorer la compréhension des conversations en permettant aux participants d'argumenter leurs propos par l'intermédiaire d'un support informatique qu'ils peuvent annoter. C'est la métaphore du tableau blanc. Grâce à cet outil, il est possible de réaliser des croquis qui permettent d'imager le discours.

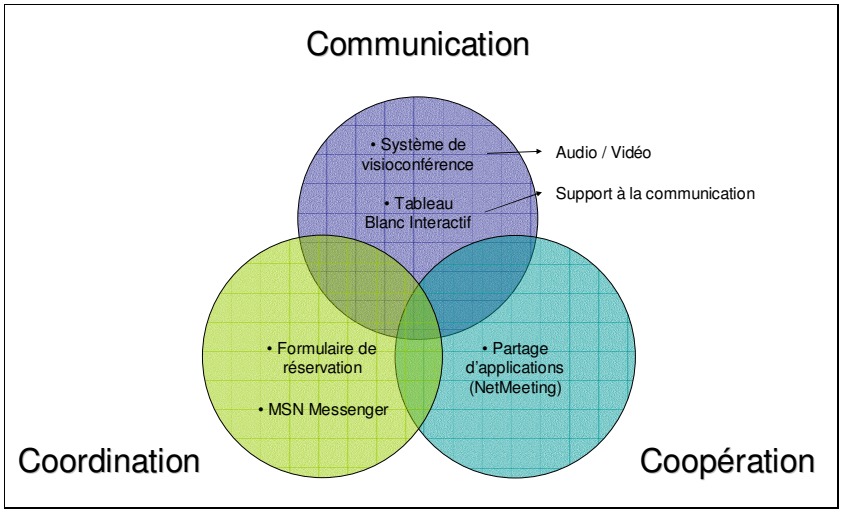

Figure 3 – Application de la démarche pour une salle de revue de conception collaborative

Une autre fonction collaborative à mettre en place a été la coopération. Pour cela, un système permettant à tous les participants d'accéder à des données communes a été mis en place. Cette fonction est remplie par le partage d'applications, une des fonctionnalités possibles avec NetMeeting de Microsoft. Il est aussi apparu rapidement la nécessité de partager des applications dans un milieu hétérogène[3]. Or, le partage d'applications de NetMeeting est basé sur un protocole de communication normalisé et très répandu. Il existe en effet un outil équivalent sur tous les types de plateformes (SunForum pour Solaris, DC-Share pour AIX, SGI-meeting pour SGI…). Ceci permet donc de partager toutes sortes d'applications qu'elles soient sous UNIX ou Windows. Cette particularité est très intéressante pour des collaborations dans le domaine de la conception, qui utilise des applications aussi bien sous UNIX que sous Windows. Grâce à cette fonctionnalité n'importe quel participant peut interagir sur un document commun visible et contrôlable par tous.

5. Conclusion

La solution proposée aux problématiques de collaboration pour le secteur aéronautique passe par l'introduction au sein des organisations d'environnements d'ingénierie collaborative. Cette solution n'est pas restrictive au secteur aéronautique, elle est applicable à tous les secteurs industriels, comme par exemple le secteur automobile. Ceci doit se faire avec une approche globale, c'est-à-dire en créant un environnement totalement intégré à l'organisation qui doit permettre à tous les membres des équipes géographiquement éloignées de collaborer d'une manière synchrone sur des documents communs, mais aussi d'organiser les activités en corrélation avec l'ensemble des équipes. Pour cela, l'approche présentée dans cet article apporte une dimension sociale. En effet, comme nous l'avons vu dans les chapitres précédents, pour que la collaboration soit efficace, il faut qu'au sein même de l'équipe puisse se créer des liens sociaux forts et un véritable esprit d'équipe. Nous pouvons donc en conclure que la mise en place d'une collaboration efficace passe par une approche qui tienne compte de toutes ces dimensions, quelles soient techniques ou humaines, synchrone ou asynchrone.

Pour faire face aux freins aux changements, nous avons aussi mis en place une stratégie de déploiement consistant à habituer progressivement les utilisateurs à ces nouveaux outils et méthodes d'ingénierie collaborative définis durant le projet ENHANCE. Pour accoutumer les personnes à ces nouveautés, nous avons pris le parti de mettre en place des salles de revue de conception collaborative. Ainsi, les personnes pourront utiliser ces nouveaux outils pour collaborer à distance et s'habituer à ces nouvelles méthodes de travail. Une fois cet apprentissage réalisé, nous pourrons plus facilement faire accepter aux utilisateurs les changements dans leurs activités quotidiennes.

[3] Différents systèmes d'exploitation sont utilisés dans le domaine de la conception : Windows, Solaris, AIX…

6. Références bibliographiques

[1] Bernard, S., Cauvin, A., Carver, E., Noblet, L., (2002), "The Importance of Situation Awareness in Efficiency of Distributed Collaborative Working", *Proceedings of the Seventh International Conference on CSCW in Design*, Rio de Janeiro, Brésil, 25-27 septembre.

[2] Bernard, S., Noblet, L., Nin, C., (2002), "D3.1/3: Concurrent and Collaborative Extended Enterprise Model for Aeronautics". *ENHANCE Deliverable for the European Commission*.

[3] Bernard, S., Noblet, L., Nin, C., (2002), "D3.1/4: Demonstrator of the common multi-site collaborative environment". *ENHANCE Deliverable for the European Commission*.

[4] Cleetus, K.J., (1992), "Definition of Concurrent Engineering". *CERC Technical Report Series*, CERC-TR-RN-92-003.

[5] Dourish, P., Bellotti, V., (1992), "Awareness and coordination in shared workspaces", *Proceedings of the ACM Conference on Computer-Supported Collaborative Work* (CSCW-92), Toronto, Ontario, ACM Press, pp. 107-114.

[6] Ellis, C.A., Wainer, J., (1994), "A conceptual Model of Groupware", *in ACM CSCW 94 Conference on Computer Supported Collaborative work*, Chapel Hill, North Carolina, USA,. pp. 79-88.

[7] Ellis, C.A., Gibbs, S.J., Rein, G.L., (1991), "Groupware: some issues and experiences", *Communications of ACM*, 34(1), janvier, pp. 39-58.

[8] ENHANCE - EC 4th Framework Programme. Contract Number BRPR-CT98-7001, 1998. www.enhanceproject.com.

[9] Gutwin, C., Greenberg, S., (2001), "The Importance of Awareness for Team Cognition in Distributed Collaboration", *Report 2001-696-19*, Dept Computer Science, University of Calgary..

[10] Molina, A., Al-Ashaab, A.H., Ellis, T., Young, R., Bell, R., (1994), "Modelling Manufacturing Resources, Processes and Strategies to Support Concurrent Engineering – Concurrent Engineering: Research and Applications", *A Global Perspective, Conference Proceedings*, Pittsburgh, Pennsylvania.

[11] Salber, D., Coutaz, J., Decouchant, D., Riveille, M., (1995), "De l'observabilité et de l'honnêteté : le cas du contrôle d'accès dans la communication homme-machine-homme médiatisée", *Actes d'IHM95*, Cépaduès éditions, Toulouse, pp. 27-33.