



HAL
open science

Démarche de modélisation d'une situation de conception collaborative.

Farouk Belkadi, Eric Bonjour, Maryvonne Dulmet

► To cite this version:

Farouk Belkadi, Eric Bonjour, Maryvonne Dulmet. Démarche de modélisation d'une situation de conception collaborative.. HERMES Science. Revue Document Numérique - N° Spécial "Coopération et Organisation Numérique"., Lavoisier, pp.93-106 (vol. 8 - n° 1), 2004. hal-00294686

HAL Id: hal-00294686

<https://hal.science/hal-00294686v1>

Submitted on 10 Jul 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Démarche de modélisation d'une situation de conception collaborative

Farouk Belkadi* — Eric Bonjour* — Maryvonne Dulmet*

** Laboratoire d'Automatique de Besançon
UMR CNRS 6596 - ENSMM/UFC
24 Rue Alain Savary 25000, Besançon*

{fbelkadi, ebonjour, mdulmet}@ens2m.fr

RÉSUMÉ. Le caractère collectif des activités de conception nécessite le développement de méthodes et d'outils pour la maîtrise des processus de conception et des activités collaboratives. Le groupe de travail est assimilé à un système constitué d'entités en interactions de différentes natures et régi par des mécanismes de régulation et de coordination. Nous nous intéressons ici à la modélisation d'une situation collaborative. Après une définition de la situation et la description de différentes perceptions de ce concept, nous proposons un modèle de situation dans lequel nous caractérisons les entités de différentes natures qui sont en interactions. Une classification des relations entre ces entités est proposée. Les perspectives de ce travail sont de contribuer à l'amélioration d'outils permettant de supporter une situation de conception collaborative et de capitaliser ces connaissances en vue d'une réutilisation efficace.

ABSTRACT. The collective character of design activities requires the development of methods and tools in order to control the design process and the collaborative activities. The workgroup is assimilated to a composed system of entities which are in various interactions managed by a set of coordinating and control mechanisms. We are interested here in the modeling of a collaborative work situation. First, we give the definition of the situation concept and the description of various perceptions of this concept. After, we propose a situation model composed by a set of entities in interactions. We propose also a classification of the different relations between these entities. The perspectives of this work are to contribute to the improvement of support tools for the collaborative design situation and knowledge capitalisation for an effective re-use..

MOTS-CLÉS: conception, activité collaborative, situation, capitalisation des connaissances.

KEYWORDS: design, collaborative activity, situation, knowledge capitalisation

1. Introduction

Les entreprises d'aujourd'hui se trouvent de plus en plus confrontées à une concurrence mondiale très rude les incitant à rechercher une meilleure productivité, de leurs systèmes industriels. Il s'agit de produire avec une meilleure qualité, au moindre coût et dans les délais les plus brefs. Dans ce contexte, un intérêt particulier a été porté au développement de méthodes et de moyens pour la maîtrise du processus de conception. Cette activité, créatrice de valeur ajoutée, est à la charnière des autres activités car elle prend en compte les différentes phases du cycle de vie du produit.

Au milieu des années quatre-vingt, l'industrie japonaise a vu émerger une nouvelle forme d'organisation qui est l'ingénierie simultanée dite aussi ingénierie concurrente (*Concurrent Engineering*) (Foulard,), (Jagou, 1993), (Kosanke, 1997), (Stadzisz, 1997), (Bonnevault et al., 2001) et qui consiste en une mise en parallèle des activités de développement du produit et du système de production ayant pour but principal de réduire les coûts et les délais et aussi d'améliorer la qualité. L'idée est de faire participer tous les acteurs du projet, directs ou indirects, y compris en aval les clients, destinataires du produit final ou en amont le fournisseur. Cette idée repose sur deux grands principes : la simultanéité et l'intégration. Le premier consiste à développer en même temps différentes activités concourant à la conception du produit et de son système de production, le second principe est caractérisé par l'établissement d'une interdépendance étroite entre les différentes phases de projet dans le but de prendre en compte à chaque niveau de développement, des considérations relatives à l'ensemble du cycle de vie du produit, (Vernadat, 1993), (Williams, 1994).

Dans cette organisation, le groupe de travail est assimilé à un système en interactions permanentes afin de dépasser les limites du travail individuel (rationalité limitée selon Simon (Simon, 1991)) et de regrouper les efforts élémentaires dans des actions conjointes. Ceci nécessite des mécanismes de régulation et de coordination entre les différents acteurs.

Cependant, une condition de fonctionnement de tout système finalisé réside dans sa connexion à l'environnement extérieur par le biais de deux types de canaux : les canaux afférents, ou sensoriels par lesquels il reçoit l'information de son environnement et les canaux afférents moteurs avec lesquels il agit sur cet environnement (Simon, 1991). Chaque activité est donc précédé en amont par un processus cognitif complexe permettant à l'acteur d'identifier les finalités puis le contexte dans lequel il va effectuer son activité, ceci afin de déterminer les éléments pertinents à son action. Une représentation de ce contexte peut être établie sous forme d'une carte dite cognitive (Schneider, 1994), (Picard, 2003). Le résultat de cette activité sera observé par des changements sur des éléments de cette situation.

Cette condition reste valable dans le cas des activités collectives. Chaque acteur du collectif doit avoir une vision globale de l'environnement de travail auquel il

participe et interagit. C'est à travers le modèle de cette situation, qu'il identifie les attentes des autres partenaires ainsi que l'impact de ses actions et de celles des autres sur l'environnement.

Après un aperçu sur les différents aspects de la conception, nous présenterons dans le troisième paragraphe une analyse de domaine de la conception collaborative. Dans le quatrième paragraphe, nous aborderons le concept de la situation que nous formaliserons le modèle dans le cinquième paragraphe. Dans le dernier paragraphe, nous proposerons une démarche de modélisation de la situation de travail.

2. La conception, de la théorie à la pratique

La conception est une activité complexe nécessitant l'intégration de multiples points de vue (cognitif, technique, social, économique, organisationnel, temporel, ...). Dans ce qui suit, nous présentons une synthèse (non exhaustive) des travaux couvrant les différents thèmes abordés en conception. on présentera ensuite les différentes caractéristiques de l'activité de conception.

2.1. Synthèse des travaux sur la conception

Un premier courant s'intéresse à l'analyse de la conception afin de comprendre sa complexité et de proposer des modèles théoriques facilitant sa compréhension (Simon, 1991), (Micaëlli et al., 2003), (Hatchuel et al., 2002) ...

Un deuxième courant concerne la modélisation des concepts et des activités de conception (Eynard, 1999), (Boudouh et al., 2001). La problématique générale de modélisation doit intégrer trois types d'informations à savoir : les informations relatives aux produits, les informations relatives aux procédés et les informations relatives aux processus (Bernard, 2000).

Un troisième courant qui rentre dans la même logique que le précédent et qui est orientés vers la capitalisation des connaissances et la traçabilité des processus de conception dans un souci de préserver le patrimoine de connaissances de l'entreprise (Harani, 1997), (Menand 2002) ...

Les travaux du quatrième courant ont pour but le développement de supports techniques pour aider les concepteurs dans leurs travaux tels que les outils de CAO. Un intérêt particulier est donné au modèle produit résultat du processus de conception (Vargas et al, 1995) ainsi que les systèmes de gestion des données techniques (Tollenaere et al., 1998), (Bouchard et al., 1997). Une deuxième catégorie concerne le développement des méthodes de calcul et de simulation bien spécifiques à chaque domaine et leur intégration dans les systèmes de CAO classiques (HADJ-HAMOU et al., 2002).

Un cinquième aspect concerne l'identification et l'intégration des compétences et des métiers dans les processus de conception (Lefebvre et al., 2002), (Bonjour et al., 2001), (Boucher, 1999). La conception mobilise selon Hatchuel (Hatchuel et al., 2002) trois grande traditions de métiers à savoir : celle des architectes et des concepteurs, celle des ingénieurs et celles des chercheurs en sciences de l'organisation.

Le sixième courant concerne les aspect interactifs en conception. Une lecture bibliographique nous montre l'importance donnée au travail collectif (Girard et al., 1999). Les travaux effectués dans ce domaine sont nombreux, ils contribuent au développement d'outils d'assistance à la conception collaborative ou au travail collectif d'une façon générale connue sous (Bernard et al., 2003), (Blanco et al., 2002). Cette partie sera discutée plus en détails dans la section 3.

Enfin, tous les aspects précédents sont pris en compte dans le dernier courant qui concerne le pilotage et la conduite des processus de conception. Il s'agit de développer des modèles d'organisation des décisions et des actions de conception dans une logique projet et d'intégration des métiers en vue de supporter le pilotage (Girard et al., 2002), (Eynard et al., 1997), (Poveda, 2001)

2.2. Caractéristiques de l'activité de conception

La conception, définie selon Simon comme une démarche de résolution de problème, est en fait considérée à l'unanimité comme une activité collective qui se construit dans un rapport de prescriptions réciproques (De Tersac, 1996) . Chaque acteur fait sa propre représentation du problème à résoudre et traite en fait un problème qui sera spécifique à son niveau. Toutefois, des zones de représentation communes sont nécessaires pour avoir une cohérence lors de l'intégration au niveau global (Perrin, 1999).

Les caractéristiques propres à l'activité de conception on été mise en évidence par plusieurs chercheurs, (Darses, 2001), (Perrin, 1999), (Micaëlli et al., 2003), (Lhote et al., 1999), ... Nous pouvons retenir les points suivants :

- Les problèmes à résoudre sont souvent ouverts et non définis complètement au départ. Les variables et leurs interrelations ne peuvent être scindées en sous-systèmes indépendants. Les sous-ensembles correspondent à des techniques et des métiers éventuellement différents mais en dépendance.

- Les solutions à un problème de conception sont plus ou moins acceptables, il n'existe pas de solution unique « bonne » comme il n'y a pas de chemin prédéterminé pour arriver à cette solution. Un consensus est alors établi pour aboutir à la bonne solution. En d'autres termes, le processus de conception est un processus qui se construit au cours de l'action par la participation de tous les acteurs (Darses, 2001).

– On ne peut distinguer totalement deux phases consécutives du processus de conception car ce processus est de nature itérative impliquant des zones d'interactions permanentes entre les centres de décision amont et aval pour chaque étape du processus.

– L'évaluation de la solution est difficile à réaliser, pour cela des acteurs externes aux concepteurs sont à considérer dans le processus de conception afin de garantir une évaluation qui sera juste a posteriori du produit des concepteurs.

– La conception est un processus distribué au cours duquel il y a production en permanence d'objets intermédiaires jusqu'à aboutissement à une solution finale (Blanco 1998). Le rôle de ces objets intermédiaires comme le montre Blanco est principalement de garder une trace au cours de projet de conception et d'autre part de servir d'un moyen de compréhension entre les différents acteurs.

– A cela, on peut ajouter les caractères indéterminé et contraint des processus de conception imposant aux acteurs de rentrer en permanence dans des processus de réalisation de compromis.

Une conséquence de la complexité de l'activité de conception est que cette activité n'est jamais individuelle mais présente, comme on va le voir ci après, un caractère collectif fortement interdépendant.

3. La conception collaborative

Les identités ou sujets de la conception proviennent d'univers disciplinaires et culturels différents nécessitant des mécanismes de compréhension communs. La satisfaction des besoins requiert l'interaction avec les prescripteurs de ce besoin, ces prescripteurs appartiennent à un monde dont on doit prendre compte ses caractéristiques d'où une autre nature d'interactions ...

Il est donc clair que le rôle de la coopération est déterminant dans les processus de conception (Boujut, 2000b). En effet, pour répondre à la complexité de ce type de processus, un effort collectif est indispensable de la part de tous les acteurs directs (ou internes) et indirects (ou externe) du processus. Ces efforts doivent être coordonnés efficacement.

De ce fait, les nouvelles approches, dites globales, de la conception doivent prendre en compte plusieurs aspects résumés selon (Bernard 2000) en cinq points : une meilleure intégration entre les modèles produit, intégration des contraintes de fabrication dès la conception ainsi que le cycle de vie du produit, prise en compte de l'avis du consommateur, ouverture économique et socio-technique en prenant compte des aspect financier dès les premières phases de réalisation du CdC et d'intégrer la dimension humaine, et enfin, l'intégration du caractère distribué et multi point de vue de la conception (Menand, 2002).

3.1. Pourquoi coopérer ?

Différents objectifs de la coopération en conception peuvent être identifiés à savoir :

- Obtenir une meilleure qualité de l'organisation du projet, et par conséquent une meilleure gestion de ce dernier. Cette organisation tente au mieux d'optimiser le rendement de toutes les compétences qui interviennent. Cette organisation est obtenue par satisfaction des objectifs suivants (Perrin et al., 2001) :
 - Répartition d'une tâche de même nature sur différents acteurs pour réduire le temps de réalisation, dans ce cas on a une augmentation des efforts par composition des efforts élémentaires.
 - Répartition des tâches de conception de différentes natures selon les compétences requises, disponibles dans l'entreprise afin d'avoir une meilleure qualité.
 - Disposer du maximum de connaissances disponibles dans l'entreprise et à l'extérieur de l'entreprise. Ces connaissances sont distribuées sur différents niveaux, réparties dans différents services et détenues par différents acteurs de métiers différents (Mer et al., 1998). Ce but peut être obtenu d'une part, par consultation des différents experts afin de combler les lacunes en matière de compétences et d'autre part par consultation et information des autres acteurs indirects hors conception.
 - Harmoniser des décisions (coordination et synchronisation) : L'activité de conception étant une activité à caractère décisionnel, plusieurs centres de décision coopèrent entre eux afin de prendre en compte l'impact d'une décision issue d'un centre amont sur un centre aval et inversement, le retour d'informations vers un centre amont suite à une décision donnée d'un centre aval. Dans le même sens, il s'agit aussi de faire face aux événements imprévus ou partiellement inconnus résultant des différentes décisions.
 - Les informations circulants en conception sont véhiculées en générale de façon non structuré (Menand 2002) rendant difficile de disposer des informations pertinentes au moment opportun obligeant les acteurs à partir à la recherche de ces informations auprès des acteurs sources.
 - Contribuer à l'intégration et la régulation de la dynamique des métiers participant en conception, cette dynamique est souvent perturbée par trois principaux facteurs (Lefebvre et al., 2002) à savoir la dynamique des connaissances, la création de nouvelles compétences et l'influence de l'identité et du parcours professionnel de chaque concepteur.

3.2. Quelques remarques ...

La conception collaborative se retrouve au carrefour de différentes disciplines : la psychologie cognitive et l'ergonomie pour l'analyse des comportements

interactifs, l'informatique et le génie industriel pour développer des applications facilitant et régulant les interactions. L'évolution des technologies de l'information et de la communication rendent aujourd'hui techniquement possible la mise en œuvre ce type de processus interactif (Tarpin-Bernard, 1997). Les logiciels de CAO traditionnelles sont maintenant dotés de systèmes d'aide au travail collaboratif reliant les services de l'entreprise entre eux et avec leurs partenaires externes. Les collecticiels doivent prendre en compte tous les aspects organisationnels du travail.

Cependant, deux remarques sont à observer, la première concerne la difficulté à trouver un glossaire unifié dans ce domaine et la deuxième est relative aux limites rencontrées dans les modèles et outils dédiés au travail collaboratif.

En effet, le terme coopération est utilisé dans des sens différents, selon les disciplines et les besoins, Nous considérerons pour notre part qu'il s'agit d'une forme d'interaction parmi d'autres formes d'interactions, chacune possédant ses propres spécificités. De plus, il n'existe pas de définitions unanimes de ces différentes interactions. On peut citer les définitions et distinctions utilisées chez certains auteurs entre coopération et collaboration (Leplat, 1997), (Dillenbourg et al., 2002) selon le domaine disciplinaire et le domaine d'application. En ergonomie, Leplat (Leplat, 1997), définit l'activité collective comme menée par un ensemble d'opérateurs travaillant dans le même but, qui se sont concertés à cet effet, qui coordonnent leur activité et qui coopèrent. De La Garza (De La Garza et al., 2000), (De La Garza, 1998) identifie quatre formes d'interactions, à savoir, la coopération, la coordination, la collaboration et la concertation. Dans ce travail, nous adopterons une distinction entre les différentes formes d'interaction, de manière à pouvoir comprendre l'impact de chaque interaction. Une interaction sera définie comme une mise en relation de deux ou plusieurs acteurs, les objectifs de chacun dans cette interaction pouvant ou non être identiques.

D'autre part, les modèles et outils développés donnent en majorité une aide pour assister la coopération entre acteurs. Cette assistance est surtout technique pour ce qui est des outils et organisationnelle pour les modèles. D'autres questions nécessitent d'être prises en compte pour comprendre et maîtriser les processus interactionnels dans un processus de conception à savoir :

- Quelles sont les conséquences et les impacts des décisions et activités de chacun sur les décisions des autres ? et quelles sont les valeurs ajoutées en terme de connaissance pour chaque acteur par le fait de chaque action. C'est ce que Hatchuel qualifie d'apprentissages croisés (Hatchel, 1996). Répondre à cette question permet d'avoir une idée sur les dépendances mutuelles qui peuvent exister entre les acteurs et la nécessité de produire des interactions entre eux.

- Quelles sont les motivations individuelles explicites et implicites qui conduisent à l'instauration d'une relation de coopération ? (Compagne, 2000). Au delà d'un besoin formalisé, la situation réelle de l'acteur génère un besoin d'interaction implicite ou difficilement formalisable car l'acteur concerné n'en voit pas la nécessité soit par excès de confiance ou par manque de "vision" de sa part. En

effet, faire appel à la coopération (ou autre forme d'interaction) signifie qu'on a besoin de l'autre. Savoir qu'on est dans un collectif en parfaite cohérence où chaque acteur peut compter sur les autres pour réguler ces actions si nécessaire donne à l'acteur un apport de confiance et contribue à améliorer la performance du groupe. Ceci nécessite une vision globale de chacun sur l'ensemble de ce collectif.

- Quels sont les apports et les limites d'une interaction sur la performance globale du groupe. Une interaction possède comme toute autre activité finalisée dans un milieu collectif des une ou des intentions. Le résultat de cette interaction dépend de la nature du contexte dans lequel s'opère cette interaction et aussi des compétences relationnelles de chacun des acteurs concernés. Cette interaction peut avoir des conséquences non prévues au départ à cause des interdépendances entre les acteurs et entre l'acteur collectif ainsi créé et le contexte.

- Une des conséquences particulières des processus d'interaction est l'apprentissage collectif (Le Boterf, 2000), (Dillenbourg et al., 2002). L'intérêt de plus en plus croissant donné au concept de compétences et à l'évolution de celles-ci ouvre une voie de recherche qui s'intéresse aux différents modes de l'apprentissage collectif. Il s'agit d'avoir une représentation des dynamiques de production, d'acquisition et de transfert des connaissances et compétences, en particulier par les interactions.

Dans ce sens, un objectif principal d'un dispositif de pilotage sera dans ce cas de trouver les moyens ou les leviers d'actions permettant d'augmenter la probabilité d'occurrence des interactions utiles ou qui contribuent à accroître la performance à court terme (résultats de l'activité) ou long terme (apprentissage et évolution des compétences). Il s'agit aussi de créer les conditions favorisant l'émergence de ces interactions.

Ceci nécessite d'analyser les conséquences de la composition de l'environnement sur les acteurs. La situation ou le contexte (l'environnement) externe nous semble un concept de base pertinent qui permettra de trouver les réponses aux questions précédentes et de contribuer à l'obtention de ces objectifs.

Dans ce qui suit, nous présentons plus en détail le concept de la situation ainsi que le modèle de la situation de travail.

4. Définition de la situation

4.1 *Le concept de la situation*

Le concept de situation est un concept traité par plusieurs disciplines. En psychologie sociale, la situation représente une organisation de la perception avec laquelle les gens rassemblent les objets et les actions d'une façon logique selon eux. La situation est définie par un ensemble de rôles interconnectés qui donnent les liens clés entre les perspectives et les comportements de l'individu. Cet ensemble de rôles

doit permettre à l'individu d'anticiper ou de prédire l'action de ceux avec qui il interagit ou de donner un sens à l'action des autres, à défaut de pouvoir l'anticiper.

Pour William Thomas (Thomas, 1923), il n'existe pas de sens absolu de la situation, elle dépend de la personne qui va donner ce sens, sa culture antérieure et son positionnement dans cette situation. Il affirme dans ses recherches que les gens répondent par leurs activités non pas en fonction des caractéristiques du contexte de cette action mais plutôt en fonction de la signification qu'ils donnent à ces caractéristiques.

Une situation ne se définit donc pas uniquement par les objets qui la composent mais aussi par la signification que donne cet acteur aux rôles que jouent ces objets dans l'activité. Cependant cet acteur ne peut construire ses définitions sans interférence. Un acteur qui va rejoindre une organisation qui a forgé ses propres définitions de la situation ainsi que les différentes classes de situations et les règles correspondantes, ne peut produire ses définitions indépendamment des définitions déjà forgées dans la culture de cette organisation. La vision de l'individu sera une vision subjective. Celle de l'organisation à laquelle il appartient est une vision plus globale et plus objective. Afin de garantir l'obtention de la performance individuelle prescrite par l'organisation, un minimum de cohérence entre ces deux visions est nécessaire. Pour cela, l'organisation doit veiller à ce que chaque individu possède une vision la plus complète possible de l'environnement interne de l'organisation (soit l'environnement externe de l'individu).

Nous proposons la définition suivante de la situation : « **La situation est un ensemble d'entités et d'interactions (de différentes natures) et qui caractérise de façon globale l'environnement externe dans lequel l'acteur mobilise sa compétence** » cette définition nous servira de base conceptuelle pour notre modèle.

4.2. Description et représentation de la situation

La situation n'a pas de signification absolue et unanime. Plus concrètement, l'action de l'acteur n'est pas le résultat de l'état brut de son environnement mais de la représentation que se fait cet acteur de son environnement. La différence entre la situation concrète et la représentation de celle-ci est due à deux raisons qui sont les capacités sensorielles de l'acteur à percevoir son environnement externe et la subjectivité liée à l'intérêt de l'acteur pour son environnement (l'intérêt pour certains éléments de l'environnement parmi d'autres lié le plus souvent aux expériences passées. Nous distinguerons trois niveaux de description d'une situation :

Situation Concrète S_C

La situation concrète est représentée par l'ensemble des entités réelles existantes qu'elles soient observées (identifiées) ou non par les acteurs.

Situation Observable S_{oi}

Elle est représentée par l'ensemble des entités et relations qui peuvent être observées par un acteur. La différence entre la situation concrète et la situation observable chez un acteur est un indicateur du niveau de perception de ce dernier. Cette différence implique une incertitude liée aux capteurs humains.

Situation Utile S_{ui}

C'est une représentation de l'ensemble des entités et relations observées et considérées comme pertinentes par un acteur i à un moment donné au cours de la réalisation de sa tâche. La différence entre la situation observée par un acteur et sa situation utile peut être un indicateur de comportement de l'acteur.

Les degrés de pondération (où les poids P) entrant dans les attributs des entités et des relations (cf. §.5) permettent de prendre en compte le degré de pertinence que donne un acteur à chaque élément de la situation et par conséquent construire sa définition de la situation utile.

A ces niveaux, on associe aussi une autre forme qu'on notera **Situation modélisable S_m** et qui contient l'ensemble des entités et relations observées par un modélisateur externe qui a une vision globale de l'environnement. Le modèle de cette situation regroupe l'ensemble des entités et relations observables par tous les acteurs.

On notera enfin que la situation utile est en soi une manifestation extérieure de la représentation cognitive que s'est construit l'acteur de son environnement. Cette dernière n'est pas directement observable. Elle peut être déduite par une analyse de l'activité ou par distanciation (Piaget J, 1973).

5. Le modèle de la situation

Un modèle est défini comme une représentation abstraite et simplifiée d'un système réel facilitant son analyse et sa simulation. Selon les besoins et le point de vue adopté par le modélisateur, le modèle de la situation donne une spécification des relations existantes entre les différentes composantes de cette situation qui rentrent en jeu dans le problème à résoudre.

Selon Penalva (Penalva, 1999), trois éléments de base sont à considérer dans le modèle d'une situation complexe : l'action, l'acteur qui effectue cette action et l'objet de cette action, ceci est traduit par la figure 1. Toutefois, l'acteur peut faire l'objet d'une autre action d'un autre acteur ou observateur. La triade Objet, Action, Acteur sera l'objet de l'intervention de l'observateur, le modèle de la situation complète sera obtenu par imbrication des différentes situations élémentaires.

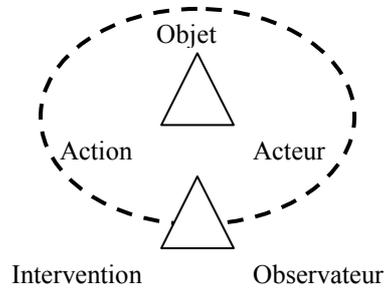


Figure 1. Modèle triadique de la situation (Penalva, 1999)

Cependant, l'activité n'est pas le seul «élément déterminant» dans une interaction et dans ce sens, le modèle de Penaleva nous semble limitatif.

En effet, la nature de participation de chaque acteur dépend de son interprétation des différentes relations qu'il entreprend avec ces partenaires et avec ses activités et les activités des autres.

Le modèle de situation que nous proposons (Figure2) couvre les différents aspects de l'environnement de travail à savoir :

- L'aspect structurel : renseigne sur la façon dont sont reliés les différents éléments de l'environnement.
- L'aspect Opérationnel : décrit ce que fait chacun des éléments.
- L'aspect dynamique renseigne sur l'évolution de cet environnement.

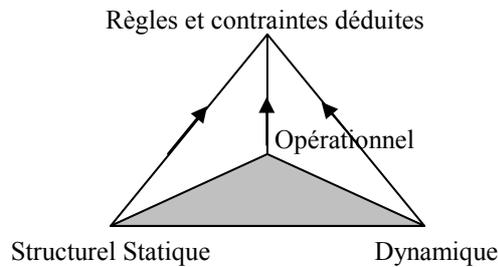


Fig 2. Les différentes facettes du modèle de la situation

Ces différents aspects impliquent l'existence d'autres composants abstraits de l'environnement sous forme de contraintes et de règles. L'identification et l'application de ces règles et contraintes est fortement liée à la subjectivité de l'acteur qui construit le modèle de la situation. Ces règles et contraintes constituent une forme de connaissances souvent négligées dans les systèmes de connaissances et qui

pourtant peuvent donner des renseignements sur les mécanismes d'interprétation implicites d'un acteur.

Nous rappelons notre définition de la situation « **La situation est un ensemble d'entités et d'interactions (de différentes natures) et qui caractérise de façon globale l'environnement externe dans lequel l'acteur mobilise sa compétence** »

Sur la base de cette définition, le modèle de la situation que nous proposons comporte un ensemble d'entités E reliées par un ensemble de relations R :

$$S(T) = \{E(T), R(T)\}$$

5.1. Définitions des entités

Nous distinguerons deux types d'entités (Figure 3) :

– Les entités de base notée EB et dites entités concrètes, ces entités regroupent les différents acteurs humains présents dans l'environnement ainsi que les différentes ressources matérielles. Nous distinguerons l'entité individu (qui représente un acteur humain) de l'entité tangible qui est une ressource matérielle (produit, outils de travail, des outils de communication...)

– Les entités interactionnelles notée EI et dites entités abstraites : ces entités représentent les différents liens entre les entités correspondantes exemple d'une entité tâche qui relie entre l'acteur, l'objet et éventuellement le support.

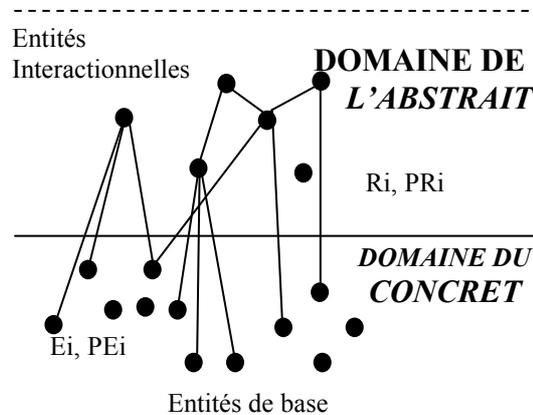


Figure 3. Schéma entités et relations de la situation

Une entité E_i appartenant à E (ensemble des entités) est décrite par le triplet {Type ; Etat ; Poids} où le Type précise s'il s'agit d'une entité de base ou d'une entité interactionnelle, l'Etat informe sur l'activité de cette entité et le Poids mesure le degré de pertinence de l'entité pour un acteur par rapport à son activité.

Type = {EB ; EI} ;

Etat = {0,1} = {Inactif , Actif}

Poids $P_i \in [0,1]$, le degré de pertinence de l'entité i pour un acteur par rapport à son activité. Un poids zéro signifie que l'élément en question est négligé par l'acteur et inversement pour le poids 1, cet élément est très pertinent.

5.2. Typologie des entités interactionnelles

5.2.1. Les entités interactionnelles opérationnelles

Ces entités décrivent les différentes tâches que doivent effectuer les acteurs, elles donnent la réponse à la question : qui fait quoi ?

Ces entités sont principalement des tâches et des sous tâches.

5.2.2. Les entités interactionnelles communautaires

Ces entités établissent un lien d'appartenance entre l'entité mère et les entités filles. Une équipe composée de trois individus est une entité interactionnelle de type communautaire. De même un groupe regroupe un ensemble d'équipes, ...

Un processus regroupe un ensemble de tâches dans un ordre donné, il est donc une entité interactionnelle communautaire à laquelle appartiennent ces entités.

Chaque entité interactionnelle communautaire comporte ses propres règles de fonctionnement.

5.2.3. Les entités interactionnelles transactionnelles

L'entité interactionnelle transactionnelle est une forme particulière des entités opérationnelles, elle décrit les différents mécanismes d'interaction et d'échange d'informations entre acteurs soit au cours de la réalisation de leurs tâches collectives soit lors de la demande de participation indirecte à des tâches individuelles.

Comme nous l'avons soulevé dans le § 3, il est clair que des niveaux de structuration et de complexité existe entre les différents modes d'interaction selon la nature des informations échangées, les objectifs de cette interaction et le degré de dépendance entre les participants ...

Pour ce qui nous concerne dans ce travail, il ne s'agit donc pas de faire une classification rigoureuse des différents aspects du travail collectif mais plutôt d'utiliser ces différentes interactions pour qualifier les entités transactionnelles dans le but de nous renseigner sur la nature des échanges que peuvent avoir les acteurs dans une situation donnée.

Nous utiliserons quatre formes d'entités interactionnelles transactionnelles possibles à savoir la communication, la coopération, la coordination et la collaboration.

La communication

C'est la forme la plus simple de contact entre individus, sans obligation de partage d'objectifs et n'ayant pas toujours un but final bien spécifié. C'est un processus de transmission de messages qui nécessite un émetteur, un ou des récepteurs, le message et le moyen ou le support de la communication.

Les objectifs sont donc soit purement techniques liés à la tâche à réalisée, soit liés aux phénomènes sociologiques et aux exigences de la vie professionnelle. Dans cette dernière forme, le degré de dépendance des acteurs est le plus faible.

La coopération

« Coopérer, c'est agir vers un but commun », c'est une interaction dont le but final est bien identifié à savoir participer à une œuvre commune, directement ou indirectement. Cependant les différents objectifs individuels ne sont pas forcément en dépendance totale. Chaque acteur peut être concerné par les résultats d'un autre acteur sans avoir à réaliser la même tâche élémentaire.

La coopération est donc un mécanisme de transaction plus complexe qui utilise la communication comme moyen. L'entité coopération donne donc un sens à l'entité communication, car sans communication, la coopération ne peut exister.

La coordination

La coordination est un processus d'élaboration de règles et de conventions entre acteurs. C'est une action régulatrice du processus de coopération. Un processus de coordination n'a pas de raison d'être sans une action coopérative. La régulation peut se faire sur la base d'un ordonnancement temporel des actions, de synchronisation entre les actions et les ressources et objets communs à ces actions ...

La coordination est un processus plus complexe imposant à ses participants d'avoir une forte dépendance entre leurs objectifs individuels et de se mettre d'accord sur des règles de fonctionnement précises à respecter au cours de tout le processus. Ces conventions peuvent être explicites ou implicites, émergentes ou prescrites.

La collaboration

Selon le dictionnaire, les termes de coopération et de collaboration sont souvent utilisés dans le même sens. Cependant le terme de collaboration peut être utilisé en lieu et en place de la coopération lorsque les actions individuelles ne sont pas différenciables. (Monteiro, 2001), (Dillenbourg et al., 2002). Dans la collaboration les rôles sont fortement imbriqués. Chacun régule l'action de l'autre en permanence, le degré de dépendance entre les acteurs est maximal. Chaque acteur ne peut pas valider sa tâche sans l'approbation des autres participants.

La coordination implique des processus de coopération entre les acteurs coordonnés d'un côté et le coordinateur d'un autre côté afin de réguler l'action de coordination. La collaboration nécessite un processus de coordination qui émerge au cours de l'action dans le but d'organiser l'intervention de chaque acteur dans la tâche à réaliser.

5.3. Définition des relations

Une relation R_{ij} appartenant à R ensemble des relations, relie une entité de base ou interactionnelle à une entité interactionnelle

$$R_{ij} : E_i \in \{E\} \text{ (ensemble des entités)} \rightarrow E_j \in \{EI\}$$

Une relation R_{ij} entre deux entités $E_i ; E_j$ est décrite par le quadruplet

$$R_{ij} = \{E_i ; E_j ; \text{Rôle} ; \text{Poids}\}$$

Le rôle donne une image de l'interprétation que peut avoir l'acteur de son environnement. Ces rôles peuvent avoir plusieurs significations selon la nature des entités auxquelles ils font référence.

Le poids : $P \in [0,1]$, mesure l'importance accordée à la relation.

Nous définissons cinq types de rôles qui couvriront les différentes facettes structurelles et organisationnelles. Ces rôles répondent à des questions génériques (tableau 1) :

Question	Rôle	Description
Qui ?	Acteur	C'est la ressource qui participe directement à l'interaction
Pour qui ?	Client	L'entité décrit le besoin et/ou la raison de cette interaction, l'ordre du client est toujours en aval.
Sur quoi ?	Objet	Entité sur laquelle porte l'interaction, par exemple sur quoi porte une tâche ou une communication
Avec quoi ?	Support	C'est une entité qui participe d'une façon indirecte dans l'interaction.
Comment ?	Manager	C'est l'entité qui régule l'interaction. Selon la vision structurelle ou dynamique, elle organise ou ordonnance les entités filles dans l'entité interactionnelle mère.

Tableau 1. Classification des rôles

La figure ci-dessous (figure 4) illustre certains types de rôles. La relation R_{13} entre l'entité 1 (individu) et l'entité 3 (tâche) est définie par le quadruplet $\{E_1; E_3; Client; Poids\}$, le rôle client signifie que l'entité 1 "individu" prescrit la tâche et attends son résultat. De la même façon la tâche 3 joue le rôle de client par rapport à la tâche 4 signifie que le résultat de la tâche est nécessaire pour réaliser la tâche 3. Le processus a un rôle de manager pour une tâche car il ordonnance les entités-filles (tâches) dans l'entité mère.

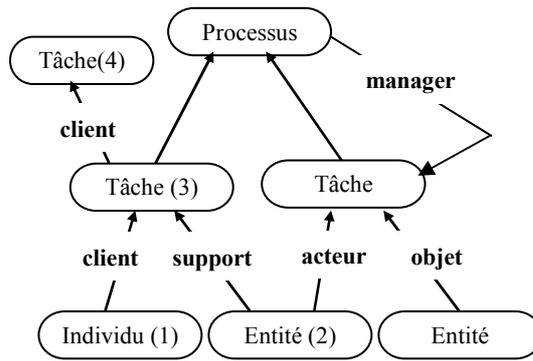


Figure 4. Les rôles dans les entités opérationnelles

Pour les entités communautaires, nous proposons l'exemple suivant :

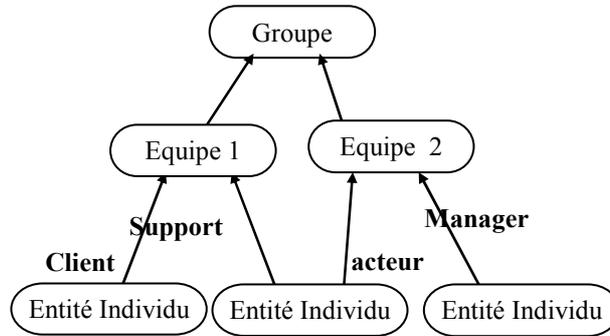


Figure 5. Les rôles dans les entités communautaires

Dans la relation (Individu 1 ; Equipe 1) le rôle de client signifie que l'individu 1 est le prescripteur des activités de l'équipe ;

L'individu 2 a deux rôles suivant que l'on considère sa relation avec le l'équipe 1 et l'équipe 2, dans le premier cas (support) il participe indirectement aux activités, dans le deuxième cas il est acteur et participe à l'exécution de la tâche. Le rôle de manager alloué à l'individu 3 signifie qu'il coordonne les activités de l'équipe 2 ;

Dans le cas des entités transactionnelles, tous les participants actifs ont le rôle d'acteur. Les canaux de communication ou les acteurs participant d'une façon indirecte ont des rôles de support. Le rôle du manager est celui du coordinateur.

6. Démarche de modélisation

La démarche de modélisation préconisée est une démarche progressive et itérative pour construire les différentes facettes du modèle. Elle se décompose en cinq phases (figure 6) : Une première phase d'initialisation, trois phases d'extraction de connaissances et une dernière phase de structuration et de modélisation.

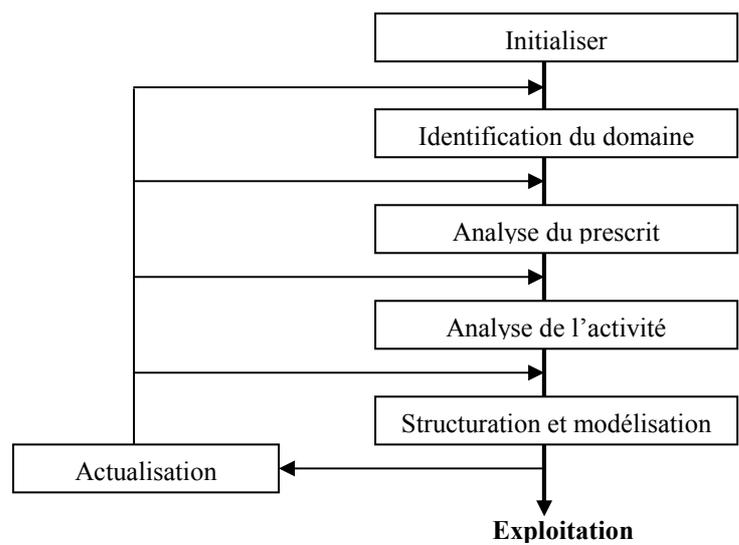


Figure 8. Démarche de modélisation

6.1. Phase I - Initialisation

C'est une phase préparatoire, elle est composée en trois sous phases.

6.1.1. *Identification du besoin*

Cette étape permet de décrire le domaine d'application ainsi que les attentes du modèle. Elle permet de déduire le niveau de détail à considérer pour l'analyse.

6.1.2. *Repérer les sources d'information*

Dans cette phase, il s'agit de recenser les principales sources d'information disponibles susceptibles de répondre aux besoins d'extraction de connaissances selon le niveau de détail adopté.

6.1.3. *Elaboration du plan d'action*

Il s'agit de construire la stratégie d'extraction à adopter en fonction des besoins formalisés et des sources d'information disponibles.

6.2. *Phase II – Identification du domaine*

Dans cette phase, tous les composants existants dans l'environnement concerné sont repérés. Il s'agit des :

- Différents acteurs,
- Différents objets manipulés,
- Différentes structures organisationnelles,
- Dépendance entre acteurs résultants des structures organisationnelles.

6.3. *Phase III – Analyse du prescrit*

6.3.1. *Identifier les missions*

- Une mission représente une macro tâche dont laquelle le « comment faire » est laissé pour l'essentiel à l'initiative de l'acteur (Bonjour E. et al., 2002). Elle est définie par un ensemble d'attentes et un cadre d'action.

- Pour chaque mission, identifier le cadre d'action prescrit. Un cadre d'action représente l'ensemble des éléments considérées comme importants par le prescripteur et l'acteur, ainsi que les contraintes à respecter.

- Identifier les différentes tâches prescrites. Une tâche est définie comme une transformation sur l'état d'un objet donné vers un état résultant voulu prescrit par des objectifs désirés (Dulmet M. et al., 2001).

- Identifier les différentes dépendances séquentielles entre les tâches (les processus prescrits)

6.3.2. *Les affectations*

- Pour chaque mission, tâche prescrite ou processus prescrit, associer les acteurs concernés.
- Pour chaque tâche ou processus prescrit, caractériser les objets concernés par la transformation.
- Déterminer les différentes dépendances entre les acteurs par rapport à leurs missions, tâches affectées, ou processus prescrits.
- Identifier une première catégorie d'éléments pertinents pour chaque acteur par rapport au cadre d'action prescrit.

6.4. *Phase IV – Analyse de l'activité*

Dans cette phase, une attention est donnée aux différents objets produits réellement (finaux ou intermédiaires). L'acteur représente une source essentielle des connaissances déduites dans cette phase. On identifie trois formes d'information :

- Les différents plans d'action qu'établit chaque acteur pour la réalisation de ses action.
- Les différentes interactions qu'a entrepris un acteur avec les autres au cours de la réalisation de son activité.
- Les degrés de pertinence que donne un acteur à chaque élément de sa situation.

Cette phase est cruciale car les connaissances qu'elle comporte sont rarement explicites. L'extraction de ces connaissances dépend principalement des méthodes adoptées.

Les questionnaires et l'accompagnement de l'acteur au cours de son activité sont les principaux moyens préconisés à ces fins. Le contenu de ces questionnaires provient en partie des informations extraites dans la phase de l'analyse du prescrit.

6.5. *Phase V – Structuration et modélisation*

Dans cette phase finale, les différents modèles sont élaborés. Le tableau 2 résume les différents liens entre les phases de modélisation et les parties concernées dans le modèle de situation.

Modèle entités >>	Entités de bases		Entités interactionnelles			Pondération
	Acteurs	Entités tangibles	Opérationnelle	Communautaire	Transaction	
Phase I	<X>	<X>				
Phase II	X	X		X	X	
Phase III.1		X	X	X		
Phase III.2			X		X	X
Phase IV		X	X		X	X
Phase V	X	X	X	X	X	X

Tableau 2. Différents liens entre les phases de modélisation et le modèle de situation

7. Conclusion

Nous avons proposé dans cet article un modèle de la situation de travail (ou environnement externe) de l'acteur. Ce modèle a pour objectif d'apporter une aide pour la compréhension des différents mécanismes qui régissent les activités collaboratives.

Les dépendances mutuelles diverses qui peuvent exister entre les différents acteurs génèrent des besoins d'interaction implicites ou explicites. Chaque acteur doit avoir une vision globale sur l'ensemble du collectif pour pouvoir choisir ces partenaires et les modes d'interaction qu'il doit utiliser avec eux. L'objectif que peut avoir un dispositif de pilotage est de trouver les moyens d'augmenter la probabilité d'occurrence des interactions et d'identifier les conditions favorisant leur émergence.

La coopération ou les interactions entre acteurs d'une façon générale, n'est pas une fin en soi mais elle répond souvent à un besoin de manifestation sociale et d'un besoin d'aide de la part de "l'autre". Les finalités de chaque interaction sont formulées en partie dans les éléments du contexte. D'autre part, les conséquences de cette action sont observées sur les éléments de cette situation. On souhaite utiliser le modèle de la situation comme support pour comprendre les mécanismes d'interaction entre acteurs en conception collective et mettre en évidence quels sont les éléments sur quoi il faut agir pour favoriser l'émergence des activités collectives.

En conception collaborative, le modèle peut être intégré pour fournir aux systèmes de gestion de connaissances une formulation des connaissances non

explicitée des acteurs concernant leur besoin en matière d'interaction, ces connaissances seront formulées sous forme de règles déduites et de contraintes.

Les perspectives de ce travail sont de contribuer à améliorer les outils de conception collaborative et de favoriser la capitalisation des connaissances individuelles et collectives.

Par le moyen de scénarios représentant les trajectoires de situations possibles après chaque action collective, le modèle peut fournir une prédiction sur les résultats des actions collaboratives selon leur impact probable sur l'environnement. A posteriori, le modèle en conservant la traçabilité de l'activité collaborative peut être utilisé pour le diagnostic des causes de dysfonctionnement dans l'organisation impliquant la non obtention de la performance souhaitée du collectif.

7. Bibliographie

- Bernard A. « Modèle et approches pour la conception et la production intégrée » *APII – JESA* N° 34/ 2000
- Bernard S. Cauvin A. Verson P., Noble L., « Spécification d'un environnement d'ingénierie collaborative multisite, nécessité d'une démarche globale » *5^{ième} congrès du génie industriel*, Quebec 26 –29 octobre 2003
- Blanco E., « L'émergence du produit dans la conception distribuée, vers de nouveaux modes de rationalisation dans la conception de systèmes mécaniques » Thèse de doctorat à INP de Grenoble, Décembre 1998
- Blanco E., Boujut J-F., Degrave A., Charpentier P, Ris G., Bennis F., Martin F-O., Petiot J-F., Deniaud S., Garro O., Micaëlli J-P., « Une expérience collective à distance » *Mécanique & Industrie* N°3 (2002)
- Bonjour E., Dulmet M., « Modèle de caractérisation interne des compétences mises en œuvre dans les entreprises », *Congrès génie industrielle* Marseille, Aix en Provence, Juin 2001
- Bonjour E., Dulmet M., Lhote F., « An internal modeling of competency, based on a systemic approach, with socio-technical systems management in view » *IEE Conference on Systems, Man and Cybernetics*, October 6-9, 2002 hammamet Tunisia
- Bonnevault C., Couffin F., Faure JM., « Méthodes et modèles pour la description des processus de conception dans un contexte de travail coopératif » *Journée Recherche Concurrent Engineering, JRCE* , Paris le 24 et 25 janvier 2001
- Bouchard H., Tollenaere M., « Les SGDT : concepts fondamentaux et approche didactique », *2nd Congrès Franco Québécois de Génie Industriel*, Albi (France), 3 - 5 sept. 1997
- Boucher X., BOUCHER X., « Contribution méthodologique pour la gestion de filières métiers dans un contexte d'Ingénierie Concourante », Th. Université Aix-Marseille III, Sept 99
- Boudouh T., Noyes D. « Modélisation du processus de conception en ingénierie simultanée » *Journées recherche concurrent engineering*, Paris 24 et 25 janvier 2001

- Boujut JF., « Enjeux et formes des pratiques coopératives dans la conception », *Atelier PROSPER*, Ecole des mines de Paris, le 17-02-2000
- Boujut JF., « Quelques réflexions sur le comment coopérer », *Atelier PROSPER*, Ecole des mines de Paris, le 12-04-2000
- Compagne JP., « Pourquoi coopérer ? » *Atelier PROSPER Coopération*, Ecole des mines de Paris, le 10 avril 2000
- Darses F., « Assister la conception : perspectives pour la psychologie cognitive ergonomique », *Actes de conférences EPIQUE 2001*, le 29-30 Octobre 2001
- De La Garza C. , « Le travail collectif en tant qu'activité de régulation », in *Performances humaines et techniques* n°96, septembre – octobre 1998
- De la Garza C. et Weill-Facina A., « Régulation horizontales et verticales du risque », *In Le travail collectif – perspectives actuelles en ergonomie*, Chapitre 10, P217-234, OCTARES 2000
- De Terssac G., « Le travail de conception : de quoi parle-t-on ? », in *coopération et conception*, Edition OCTARES 1996
- DIDOM, « Coopération et planification dans un contexte multi-projets », présentation du groupe DIDOM, séminaire de recherche *coopération en conception et en exploitation dans les systèmes de production* , rapport interne, Ecole des Mines de Paris, le 12 avril 2000
- Dillenbourg P., Baker M., Blaye A., O'Malley C., « L'évolution de la recherche sur l'apprentissage collaboratif », Séminaire de recherche *Apprentissage collaboratif et co-formation*, IUFM Nord Pas de Calais, 2002
- Dulmet M., Lhote F., « Analyse et caractéristiques des couplages dans les systèmes de production » *APII / JESA* n° 10 Décembre 2001
- Eynard B., Girard P., Chen D., : « Un modèle produit support à la conduite de la conception » *Deuxième Congrès Franco-Québécois de Génie Industriel*, Albi 3, 4 et 5 Septembre 1997
- Eynard B. « Modélisation du produit et des activités de conception, contribution à la conduite et à la traçabilité des processus de conception », Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux 1999
- Foulard C, Coordonnateur, "La modélisation en entreprise, CIM-OSA et ingénierie simultanée." Ed Hermes
- Girard P., Merlo C., Doumeings G., « Capitalisation des connaissances en ingénierie de la conception » *IDMME 2002* Clermont-Ferrand,(France) May 14-16 2002
- Girard P. Eynard B., Rimmer D, hain L., « Re-engineering of design process in az design coordination environnement » *International Confèrence onengineering Design ICED 99*. Munich, August 24-26, 1999
- Grundstein M., « De la capitalisation des connaissances au renforcement des compétences dans l'entreprise étendue », *1^{er} colloque du groupe de travail gestion des compétences et des connaissances en génie industriel* ,Nantes, 12-13 décembre 2002

- Hadj-Hamou K., Aldanondo M., Lamothe J., Caillaud E., « Configurateur et Modeleur CAO : deux outils complémentaires pour l'aide à la conception de produits à forte diversité », *International Journal of Design and Innovation Research IJDIR'2002*, Vol. 3, N° 1 et 2.
- Harani Y., « Une approche multi modèles pour la capitalisation des connaissances dans le domaine de la conception », Thèse de Doctorat génie industriel INP Grenoble 1997
- Hatchuel A., « Coopération et conception collective. Variété et crises des apports de prescription », in *coopération et conception*, Edition OCTARES 1996
- Hatchuel A. et Weil B., « La théorie C-K, Fondement et usage d'une théorie unifiée de la conception » *International Conférence in the sciences of Design*, Lyon (France) March 15-16, 2002
- Jagou, P., "Concurrent engineering - la maîtrise des coûts, des délais et de la qualité", Hermès - 1993
- Kosanke K., Nell J. G, "Enterprise Engineering and Integration : Building International Consensus" - Springer Verlag - Berlin, 1997
- Le Boterf G., « *Construire les compétences individuelles et collectives* », Editions L'organisation 2000
- Lefebvre P., Roos P., Sardas J-C., « From the management of expertise to the management of design metier » *EURAM Conference*, Stockholm 9-11 May 2002
- Leplat J., « *regards sur l'activité en situation de travail : contribution à la psychologie ergonomique* », PUF, le travail humain, 1997
- Lhote F., Chazelet Ph., Dulmet M., « The extension of principles of cybernetics towards engineering and manufacturing », *Annual Reviews in Control*, N°23 1999
- Lorino P., « Le pilotage de l'entreprise : de la mesure à l'interprétation » in *cohérence, pertinence et évaluation*, édition ECOSIP 1996
- Menand S., « Modélisation pour la réutilisation du processus de conception multi acteur de produits industriels », Thèse de Doctorat, Laboratoire GILCO INP Grenoble 2002.
- Mer S., Laureillard P., « Partage des connaissances dans un système de conception », in *Connaissances et savoir-faire en entreprise*, édition Hermes 1998
- Micaëlli J.P., Forest J., « Artificialisme, Introduction à une théorie de la conception », collection Epistémologie, INSA de Lyon, Juin 2003
- Midler C., « Evolution des modèles d'organisation et régulation économiques de la conception », *anales des mines*, Février 1997.
- Monteiro T., « Conduite distribuée d'une coopération entre entreprises » Thèse de doctorat, INP Grenoble 2001.
- Penalva J.M., « Situations et Systèmes Complexes » *Actes de l'école d'été Gestion Scientifique du risque*, ALBI le 6/10 septembre 1999
- Perrin J., « *Pilotage et évaluation des processus de conception* », L'HARMATTAN 1999

- Perrin J., « *Conception entre science et art* », Auteurs collectifs sous la direction de Jacques Perrin, collection Epistémologie, INSA de Lyon, Juin 2001
- Piaget J., « *Introduction à l'épistémologie génétique* », Presses Universitaires de France, Paris 1973
- Picard F., « Compétences et processus cognitifs : l'apport de la cartographie cognitive à la formalisation des compétences économiques des agents » in *Economie et Société*, n° 04/2003.
- Poveda O. « Pilotage technique des projets d'ingénierie simultanée, modélisation des processus, analyse et instrumentation » Thèse de doctorat INP Grenoble 2001
- Schneider D.K., « Modélisation de la démarche du décideur politique dans la perspective de l'intelligence artificielle », Thèse de doctorat sciences économiques et sociales, Université de Genève, 1994
- Simon H.A., « *Sciences des systèmes, sciences de l'artificiel* », version traduite en français par J-L. Le Moigne, édition Dunod 1991
- Stadzisz P.C., « Contribution à une méthodologie de conception intégrée des familles de produits pour l'assemblage », Thèse de doctorat, Université de Franche Comté, 1997
- Thomas W.I., « standpoint for behavior analysis », *Little Brown and Company*, Boston, 1923
ref. internet <http://www.umsl.edu/~rkeel/general/010/withomasdefsit.html>
- Tarpin-Bernard F., « Travail coopératif synchrone assisté par ordinateur : Approche AMF-C », thèse de doctorat, Ecole Centrale de Lyon, 1997
- Tollenaere M., RIEU D., « Quelle modélisation pour déployer des projets en SGDT ? », *Conférence SGDT- Workflow, Paris, le 16 septembre 1998.*
- Vargas C., Saucier A., « A language and a tool for the developpement of a computer aided mechanical design application », ISATA septembre 1995.
- Vernadat, F., "CIMOSA : Enterprise modeling and Enterprise integration using a process based approach , Information infrastructure Systems for manufacturing", North Holland, Amsterdam
- Williams, T.J., Bernus, P., Brosvic, J., Cheng, D., Doumeingts, G., Nemes, I., Nevins, J.L., Vallespir, B., Vlietstra, J. and Zetokouw D., "Architectures For Integrating Manufacturing Activities and Enterprises, Towards World Class Manufacturing" , 1993 (B-17), p181-194, Elsevier Science B.V., 1994 IFIP