



**HAL**  
open science

## Cadre conceptuel pour un système de traçabilité en conception collaborative.

Farouk Belkadi, Maryvonne Dulmet, Eric Bonjour

► **To cite this version:**

Farouk Belkadi, Maryvonne Dulmet, Eric Bonjour. Cadre conceptuel pour un système de traçabilité en conception collaborative.. 10ème Colloque National des AIP-PRIMECA. Les Innovations en Conception des Produits et des Systèmes de Production -, Apr 2007, La Plagne, France. 9 p. hal-00192567

**HAL Id: hal-00192567**

**<https://hal.science/hal-00192567>**

Submitted on 28 Nov 2007

**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.

---

# CADRE CONCEPTUEL POUR UN SYSTEME DE TRACABILITE EN CONCEPTION COLLABORATIVE

**Farouk Belkadi, Maryvonne Dulmet, Eric Bonjour**  
*Groupe Modélisation et Pilotage des Activités de Conception,*  
*Laboratoire d'Automatique de Besançon*  
*Unité Mixte de Recherche 65-96 CNRS - ENSMM - UFC*  
*25, Rue A. Savary - 25000 Besançon (F)*  
mdulmet @ ens2m.fr, ebonjour@ ens2m.fr

## Résumé:

*En conception collaborative, les résultats de chaque activité entraînent des modifications sur les différents éléments de la situation de travail et sont susceptibles de perturber l'achèvement des autres activités. L'utilisation d'outils collaboratifs favorise le processus de capitalisation surtout lors de la collecte d'informations. De même la capitalisation des connaissances peut aussi favoriser la coopération des concepteurs dans leurs activités communes. Ce papier présente un nouveau cadre conceptuel pour un système de traçabilité, basé essentiellement sur le concept de situation, dans le dessein d'améliorer le partage des connaissances et la conception collaborative. Son but est de fournir aux concepteurs un outil collaboratif pour la capture d'informations sur leur activité et leur travail en vue d'améliorer leur pratique.*

**Mots clés : traçabilité, conception collaborative, mémoire de projet, Computer Supported Cooperative Work (CSCW) ;**

## 1 Introduction

La conception est une activité complexe nécessitant l'intégration de multiples points de vue (cognitif, technique, social, économique, organisationnel, temporel...) et la manipulation de nombreuses données. Les travaux dans ce domaine couvrent de nombreux aspects depuis l'étude théorique du concept [1], [2], jusqu'à la modélisation du processus et des activités de conception [3] en passant par la capitalisation des connaissances produites au cours du processus de conception [4], [5]. Certains travaux concernent l'organisation de la conception [6], le pilotage des processus [7] et l'intégration des compétences et des métiers dans le processus de conception. D'autres travaux ont pour but de développer des supports pour aider les concepteurs dans leur travail [8], [9].

Une conséquence de cette complexité est que cette activité n'est jamais individuelle mais présente un caractère collectif et distribué. L'effort collectif est une réponse à la complexité. Les acteurs ou sujets de la conception proviennent d'univers disciplinaires et culturels différents, d'où la nécessité d'avoir des mécanismes de compréhension. Il est donc clair que le rôle de la coopération est déterminant dans les processus de conception [10]. Un moyen efficace de partager les informations et les connaissances est d'utiliser les systèmes de traçabilité ou mémoires de projet. De cette façon, à

---

tout moment un concepteur peut accéder aux informations sur son environnement de travail, aux demandes de ses partenaires et agir sur les informations de son activité propre.

L'objet de ce papier est une nouvelle approche permettant la traçabilité de l'activité de conception et le partage des connaissances. Cette approche s'appuie sur caractère contextuel et relationnel des connaissances construites et partagées en conception collaborative. Elle met en avant les concepts de situation de travail et d'interactions entre entités. Nous considérons la situation de travail comme un système composé de nombreuses entités en interactions.

## **2 État de l'art**

### **2.1 A propos de la traçabilité en conception**

En conception la traçabilité est associée au concept de mémoire de projet [11]. Celle-ci permet aux concepteurs et aux chefs de projets la possibilité de structurer puis de réutiliser les informations et les connaissances passées et présentes afin de résoudre ultérieurement de nouveaux problèmes d'ordre technique (sur le produit) ou managérial (sur l'organisation de conception). Derrière les concepts de traçabilité et de capitalisation de connaissances, on retrouve le concept de mémoire d'entreprise [12] qui se décline en plusieurs types : mémoire métier, mémoire organisationnelle, mémoire projet, etc. La mémoire de projet est définie comme étant «une mémoire des connaissances et des informations acquises et produites au cours de la réalisation des projets». Elle décrit l'historique et l'expérience acquise pendant la réalisation d'un projet en représentant ce dernier à travers sa définition [6], ses objectifs, ses activités, son historique et ses résultats [11]. Plusieurs méthodes, génériques et spécifiques, de capitalisation de connaissances et de construction de mémoire d'entreprise, ont été développées dans la littérature [13]. Certains proposent des outils de conception collaborative pour aider à la capitalisation mais surtout au partage des connaissances du projet [14].

Du fait du caractère complexe de l'activité de conception, développer un système de traçabilité adapté à des projets de conception entraîne de nombreuses difficultés. Les caractéristiques de cette activité (double évolution prescriptions-résultats et aspects progressif, itératif et interactif observés en conception), nécessitent une représentation, la plus complète possible, sur la situation globale. La notion de situation permet d'avoir une idée sur les dépendances qui peuvent exister entre les différents éléments d'un projet de conception. Elle permet aussi de mettre en évidence les contributions de ces éléments dans l'aboutissement du projet.

### **2.2 À propos de la conception collaborative**

La conception est définie généralement dans la littérature comme une démarche de résolution de problème, et comme une activité collective qui se construit dans un rapport de prescriptions réciproques [15]. 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 [16].

Les caractéristiques propres à l'activité de conception ont été mises en évidence par plusieurs chercheurs, [17], [18], [16], [2], ... Nous pouvons retenir les points suivants :

- les problèmes à résoudre sont souvent ouverts et non définis complètement au départ. Durant le développement du projet, de nombreuses informations sont nécessaires,
- 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 [17]. Ces interactions entre les acteurs impliquent de nombreuses itérations.

Pour toutes ces raisons les outils collaboratifs sont important dans le déroulement du processus de conception [10]. De nombreux systèmes collaboratifs (CSCW : Computer Supported Cooperative Work) ont été proposés pour assister les concepteurs dans leur activité [19], [20].

### 3 Proposition d'une méthode de traçabilité des activités de conception

La méthode proposée intègre les différents aspects présents dans un contexte de projet de conception. Il s'agit de représenter une situation de conception sous forme d'un ensemble d'interactions de différentes natures en précisant la participation de chaque élément dans chacune des interactions et par conséquent dans le déroulement global du projet. Dans ce sens, le passage d'une situation donnée (à un instant  $t$ ) à une autre situation (instant  $t+1$ ) est le résultat de cet ensemble d'interactions. Ce résultat peut être observé par la création de nouveaux éléments, la suppression ou la modification de certains ou encore sur l'évolution des liens existant entre les différents éléments. C'est ce que Bekhti et Matta [11] définissent comme les influences mutuelles des éléments du projet.

Un projet de conception est élaboré pour répondre à plusieurs objectifs concrétisés par un produit final nouveau ou amélioré. L'organisation du projet est élaborée sur plusieurs niveaux :

- organisation des objectifs du projet,
- organisation tâches/processus : pour chaque objectif à atteindre sont définies les tâches à réaliser. Les différentes tâches sont organisées dans des processus relativement à leur contribution aux objectifs du projet :
- organisation des ressources : en parallèle à la décomposition opérationnelle du travail qui doit être réalisé, correspond une décomposition fonctionnelle en termes des fonctions que doit comporter l'Organisation en charge du projet,
- organisation cognitive des activités : cette dernière forme d'organisation traduit l'étape intermédiaire de passage du monde du prescrit et de la planification amont à la réalisation concrète et l'aboutissement aux résultats réels.

Il appert que la modélisation d'une situation de travail, liée un acteur donné dans un projet de conception, ne peut pas être élaborée sans modéliser la position de cet acteur dans l'organisation globale du projet ainsi que tous les composants qui participent au projet.

Notre démarche vise à recenser tous les éléments constituant du contexte de travail puis à définir les différents liens qui les relient entre eux et enfin à décrire la manière dont chaque élément participe aux objectifs.

### 4 Définition du cadre conceptuel

Dans de précédentes publications [21], nous avons défini les caractéristiques du concept de situation et montré comment on pouvait les utiliser pour analyser les actions et la contribution de chaque acteur dans une interaction. Rappelons cependant rapidement cette définition :

**« 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 reliées par un ensemble de relations.

#### 4.1 Définitions des entités

Nous distinguerons deux types d'entités :

- les entités de base, notées 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. 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. Trois formes de EI sont définies :

- - les entités interactionnelles opérationnelles décrivent les différentes tâches que doivent effectuer les acteurs,

- - les entités interactionnelles communautaires établissent un lien d'appartenance entre des règles de fonctionnement,

- - les entités interactionnelles transactionnelles décrivent les différents mécanismes d'interaction et d'échange d'informations entre acteurs au cours de la réalisation de leurs tâches collectives, particulièrement les mécanismes de coopération et de coordination.

#### 4.2 Concept de rôle spécifique

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. Nous définissons cinq types de rôles qui couvrent les différentes facettes structurelles et organisationnelles. Avec UML (Unified Modeling Language, langage de modélisation unifiée) [22], ce concept est modélisé comme une classe générique comportant cinq sous classes. 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. Typologie des rôles

## 5 Modélisation du cadre conceptuel

### 5.1 Meta modèle de la situation

Le méta modèle de la situation est une représentation graphique des concepts clés (situation, entité et rôles spécifiques) (figure 1). La classe "situation" est composée par un ensemble d'entités, de base ou interactionnelles. Chaque entité peut contribuer à une entité interactionnelle donnée avec un rôle spécifique précis. Cette propriété est représentée dans le modèle d'un côté par l'association "joue le rôle" et de l'autre par l'association "comporte".

La classe "Rôle\_Spécifique" est une classe générique représentant grâce à des relations d'héritage, les cinq types de rôles définis précédemment à savoir : "Acteur", "Manager", "Client", "Support" et "Objet". Une entité interactionnelle met toujours en œuvre au moins deux entités jouant des rôles spécifiques distincts.

La classe "Poids" mesure l'importance accordée à la relation.

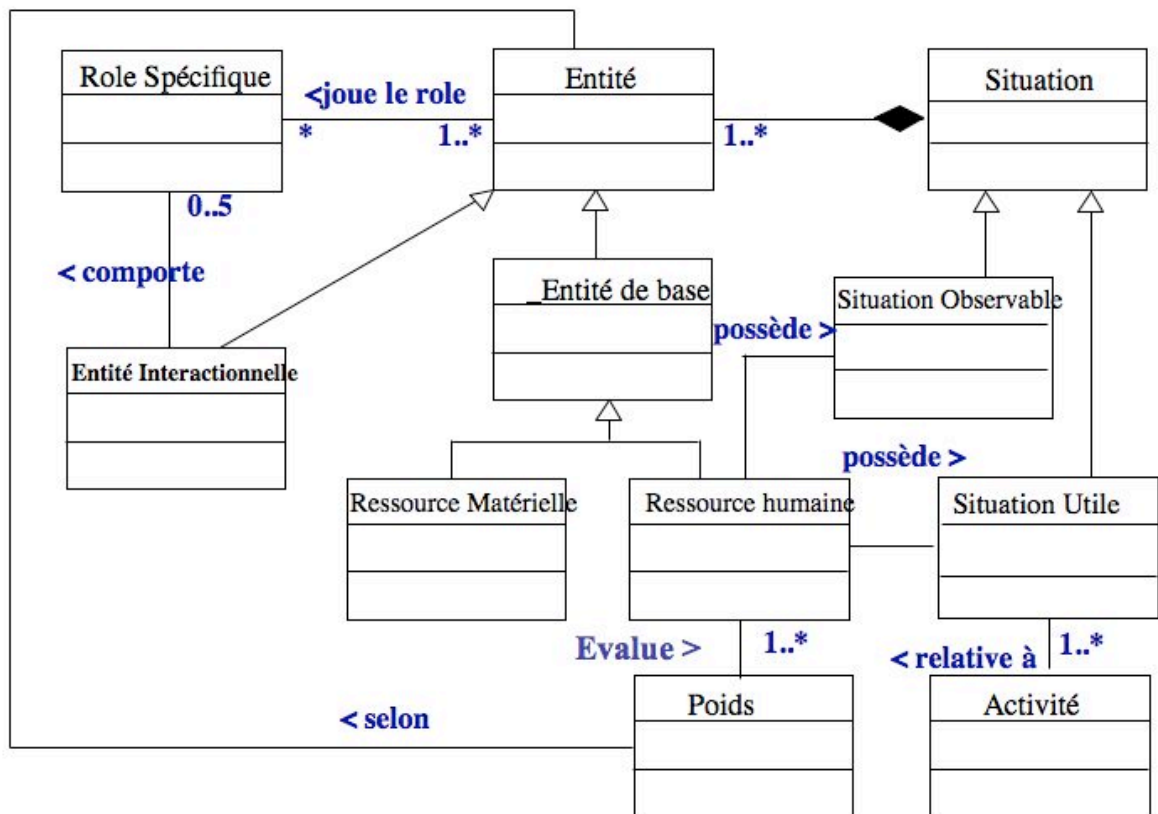


Figure 1. Meta modèle de la situation

### 5.2 Le processus d'interaction

La description du processus d'interaction est obtenue selon les propriétés des rôles spécifiques. Nous utilisons un Diagramme d'Activité d'UML pour modéliser l'aspect dynamique de chaque interaction. Par exemple le schéma ci-dessous illustre le cas de la réalisation d'une tâche. Le client exprime ses besoins en termes d'objectifs et crée la « tâche EI ». Cette tâche est affectée par un

manager ; il s'en suit qu'une nouvelle entité est automatiquement créée : Activité (version 0) et l'entité qui réalise la tâche est un acteur.

En priorité, l'acteur analyse et qualifie sa situation et ensuite, il définit son plan d'action (version 0). Il peut modifier la structure de ce plan à n'importe quel moment de son activité et enregistrer la modification dans une nouvelle version. À la fin, l'acteur enregistre les résultats les plus importants de son action et son activité est automatiquement enregistrée dans une nouvelle version. Le manager doit observer, suivre et réguler le déroulement de son activité. Il a accès au système et peut définir les procédures. Il valide les résultats.

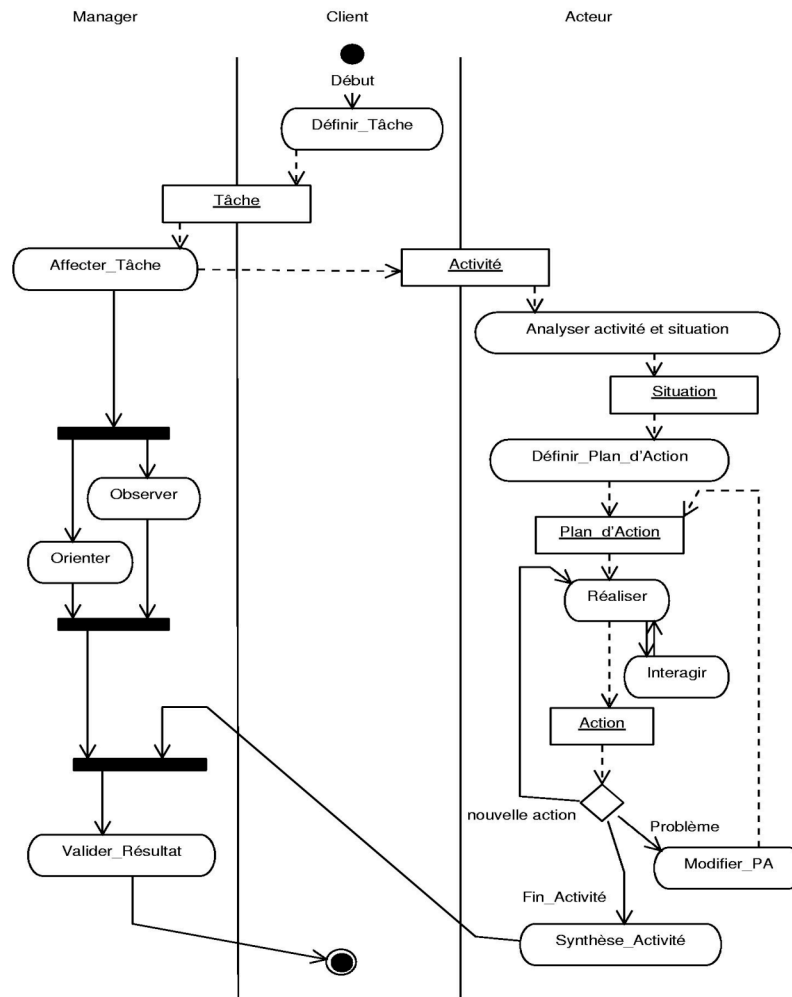


Figure 2 : le processus d'interaction durant la réalisation de la tâche.

### 5.3 Diagramme de séquence

Chaque « use-case » est obtenu par un ensemble d'interactions entre les différents objets du système et l'utilisateur. Les diagrammes de séquence dans UML sont habituellement utilisés pour représenter la dynamique de ces interactions. La figure 3 présente le cas « début d'une activité » ; Quand le concepteur décide de commencer, le système crée et ouvre une fenêtre ; dans cette fenêtre, le concepteur définit son plan d'action et toutes les informations importantes qu'il souhaite garder dans la version 0 ; une nouvelle fenêtre est ensuite ouverte où la première action est déclarée « en-cours » et

les autres « indéfinies » ; le concepteur enregistre systématiquement les détails pertinents de cette action et ses résultats intermédiaires. La « version management » met à jour la version actualisée et toutes ses entités et sauvegarde les informations dans une base de données, Après chaque validation faite pour un résultat pertinent, le système met à jour toutes les entités impliquées

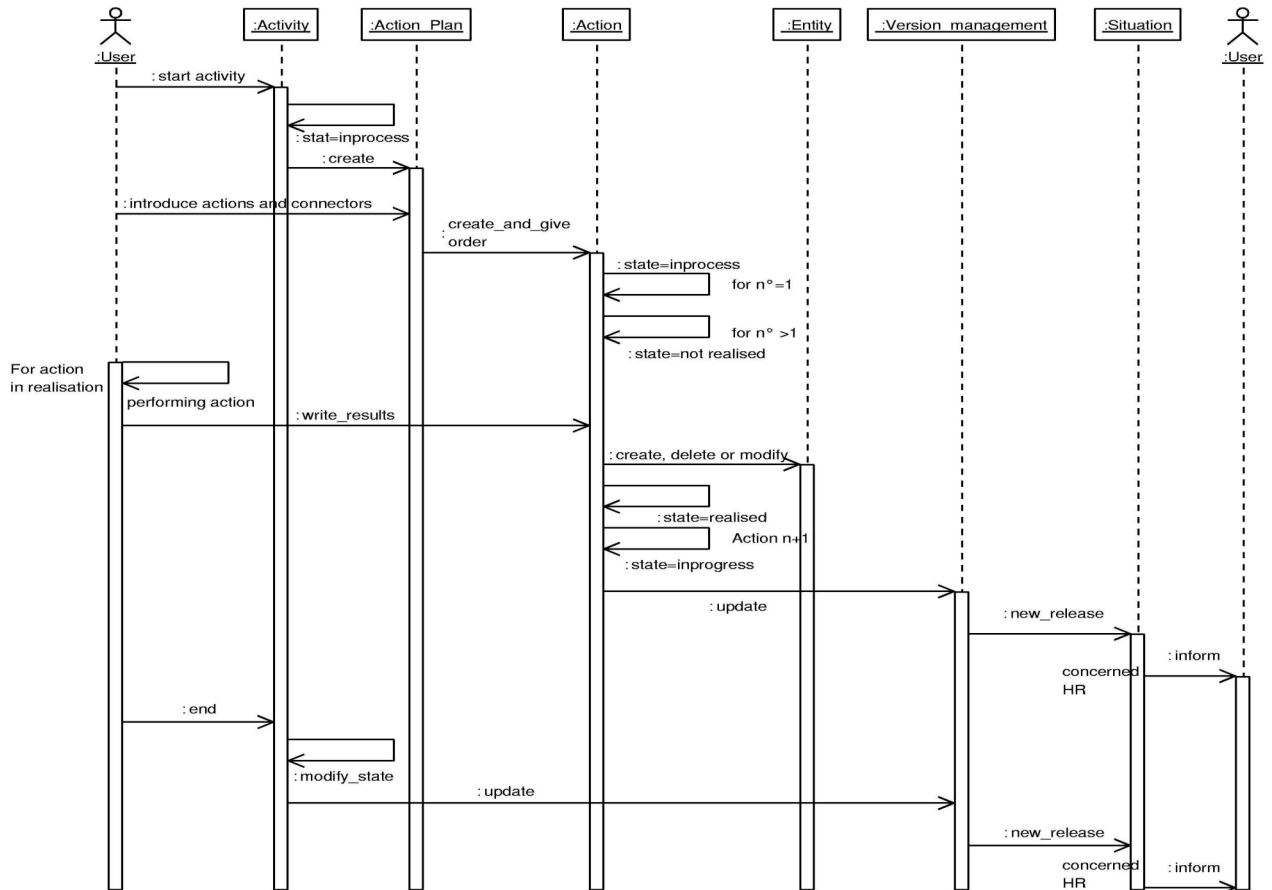


Figure 3 : début d'une activité

## 6 Conclusion

Dans ce papier nous avons proposé un cadre de modélisation d'un système de traçabilité pour améliorer le partage des connaissances en conception collaborative.

En général un modèle de système de traçabilité couvre une vue particulière de l'activité collaborative. Cependant quatre points de vue principaux sont le plus souvent utilisés (parfois sous des noms différents) : l'activité, l'acteur, la ressource et l'outil. La caractéristique principale de notre modèle est la modélisation fortement abstraite de la situation de travail. Les quatre concepts cités précédemment sont intégrés dans notre cadre de modélisation, ils sont considérés comme des sous-classes de la classe entité. Proche de la notion de contexte utilisée dans le modèle OoactSM [23], la classe situation est vue comme un ensemble d'entités en interaction. Mais, dans notre modèle, l'Activité n'est pas associée au contexte, mais considérée comme en faisant partie (au même titre que les autres types d'interactions).



---

Ces différents modèles décrivent tous les éléments existant dans le contexte, mais peu prennent en compte la contribution de chaque élément à l'activité et les interactions. Ceci dans notre approche est explicitement modélisé par la notion de rôle spécifique explicitement défini par une classe d'objets.

Ce cadre de modélisation permet donc de proposer un support de travail collaboratif informatisé pour donner aux concepteurs une traçabilité en temps réel de leur activité. Un autre intérêt d'un tel support est le suivi de l'évolution du travail collectif et la facilitation de sa coordination. Un prototype est en cours de développement et doit être testé sur un cas industriel.

## 7 Références.

- [1] Hatchuel A., « Coopération et conception collective. Variété et crises des apports de prescription », *in coopération et conception*, Edition OCTARES 1996
- [2] Micaëlli J.P., Forest J., « Artificialisme, Introduction à une théorie de la conception », collection Epistémologie, INSA de Lyon, Juin 2003
- [3] 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
- [4] 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
- [5] Bernard A., Hasan R., "Working situation" model as the base of life-cycle modelling of socio-technical production systems", CIRP Design Seminar, Honk-Kong, May 2002.
- [6] Midler C., « Evolution des modèles d'organisation et régulation économiques de la conception », *Annales des mines*, Février 1997.
- [7] Girard P., Merlo C., Doumeingts G., « Capitalisation des connaissances en ingénierie de la conception » *IDMME 2002* Clermont-Ferrand, France, May 14-16, 2002
- [8] Bouchard H., Tollenaere M., « Les SGDT : concepts fondamentaux et approche didactique », *2nd Congrès Franco Québécois de Génie Industriel*, Albi (France), 3 - 5 sept. 1997
- [9] Vargas C., Saucier A., « A language and a tool for the development of a computer aided mechanical design application », ISATA, septembre 1995
- [10] Boujut JF., Laureillard P., "A co-operation framework for product-process integration in engineering design" *Design Studies* 23 Elsevier Science (2002)
- [11] Bekhti S., Matta N., « A Formal Approach to Model and Reuse the Project Memory », *Journal of Universal Computer Science. Proceedings of I-Know '01, International Conference on Knowledge Management*, edited by K. Tochtermann and H. Maurer, July 2003, Springer
- [12] Barthès J.P., Dieng R., Kassel G., « Mémoire d'entreprise », paru dans le bulletin de l'Association Française pour l'Intelligence Artificielle, n°36, janvier 1999
- [13] Liao S-H "Knowledge management technologies and applications—literature, review from 1995 to 2002" *Expert Systems with Applications* 25 (2003) 155–164 Elsevier Science Ltd.
- [14] Kwan M., Balasubramanian P., "KnowledgeScope: managing knowledge in context" *Decision Support Systems* 35 (2003) Elsevier Science
- [15] De Terssac G., "Le travail de conception : De quoi parle-t-on ?", *in coopération et conception*, Editions OCTARES 1996
- [16] Perrin J., "Conception entre science et art", sous la direction de Jacques Perrin, collection Epistémologie, INSA de Lyon, Juin 2001
- [17] Darses F., "Assister la conception : perspectives pour la psychologie cognitive ergonomique", *Actes de conférences EPIQUE 2001*, 129-30 Octobre 2001
- [18] F. Lhote, M. Dulmet, Ph. Chazelet "The extension of principles of cybernetics towards engineering and manufacturing". *Annual Reviews in Control*, vol. 23, pp. 139-148, Ed. Pergamon Press, Oxford, juillet 1999.
- [19] Linfu S., Weizhi L: "Engineering Knowledge Application in Collaborative Design ». 9th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, Coventry, (2005) 722-727

- 
- [20] Santoyridis I., Carnduff T.W., Gray W.A., "An Object Versioning System to Support Collaborative Design within a Concurrent Engineering Context" Proceedings of the 15th British National Conference on Databases, Computer Science; Vol. 1271 1997
- [21] Belkadi F., Bonjour E., Dulmet M. "Proposition of a Situation Model in View to Improve collaborative" INCOM'2004 : 11<sup>th</sup> IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing, Salvador-Bahia, Brazil 5-7 April.
- [22] Booch G., Rumbaugh J., Jacobson I., "The Unified Modeling Language: User Guide", Addison Wesley Longman Publishing Co., Inc. USA 1999
- [23] Teege, G.: Object-Oriented Activity Support: a Model for Integrated CSCW Systems. Computer Supported Cooperative Work (CSCW), Vol. 5. Springer Science (1996) 93-124