

# Conception participative : des "Moments" à leur instrumentation

## *Participatory Design : "Moments" Theory and Implementation*

Jean CAELEN, Francis JAMBON et Audrey VIDAL

Laboratoire de Conception Langagière et Interaction Personne-Système  
CLIPS-IMAG, BP 53, 38041 Grenoble cedex 9, France  
Jean.Caelen@imag.fr, Francis.Jambon@imag.fr et Audrey.Vidal@imag.fr

**Résumé.** Cet article décrit une approche instrumentée de la conception participative. Après avoir retracé l'histoire et les principes directeurs, une modélisation du processus de conception est proposée en termes de *phases*, *moments* et *primitives*. Les phases sont des séquences à gros grain qui articulent des moments de conception. Ces moments sont bâtis sur des primitives élémentaires et réutilisables. Se basant sur cette modélisation, l'article décrit l'instrumentation d'une plate-forme d'aide et de suivi de la conception participative orientée usages.

**Mots-clés.** Conception participative, plate-forme d'expérimentation.

**Abstract.** This paper describes an approach for the participatory design. After describing the trends in the domain, a model of the design process is expressed based on *phase*, *moment* and *primitive* concepts. The phases articulate the design moments as nodes and transitions in a dynamic graph. The moments are built on reusable primitives defined as instanciable objects. Then, from this model, the paper details a platform and tools for managing the design process on different points of view: from the user and engineers to the project manager perspectives.

**Keywords.** Participatory Design, platform for experiments.

## 1 Introduction

Depuis fort longtemps la conception de produits existe (au moins depuis l'avènement de la société industrielle au XIX<sup>ème</sup> siècle). Cette phase de travail se situe classiquement dans la chaîne : décision – *conception* – fabrication – vente – maintenance – recyclage. Dans ce découpage classique du travail, les échecs d'un produit sont souvent mal vécus en fin de chaîne par le service commercial qui a tendance à en répercuter la responsabilité au niveau précédent, la fabrication, lequel accuse à son tour le niveau précédent et ainsi de suite jusqu'à la conception. Il peut arriver également dans ce processus – trop linéaire et trop cloisonné – des retours-arrières coûteux, par exemple si l'on ne prend pas suffisamment en compte les contraintes de la fabrication dans la conception, ce qui engendre des difficultés ou des impasses qu'il faut rectifier. Cette division du travail de type Taylorien, crée également des hiérarchies dans l'entreprise : la direction, le bureau d'étude, l'atelier

de fabrication, les vendeurs, le service de maintenance (sur qui retombent les malfaçons), etc. Elle met les vendeurs au contact des clients, mais il est souvent trop tard dans la chaîne pour se conformer à leurs souhaits. Ainsi cette chaîne est-elle trop loin des préoccupations du marché, et partant, est moins compétitive.

L'ingénierie concourante, développée dès les années 60 aux Etats-Unis (en anglais « Concurrent Engineering » et en abrégé IC), avait pour but de « casser » cette linéarité. Elle peut être définie comme :

- Une méthode de développement intégrant tout le cycle de vie du produit, en particulier de la conception à la maintenance du produit. Cette méthode fait appel le plus souvent possible à une parallélisation des tâches,
- Une méthode de conception intégrant tous les participants au sein de l'équipe de conception, en particulier les utilisateurs et les ingénieurs du développement, mais aussi les autres corps de métier de l'entreprise,
- Une méthode de conduite d'équipe multidisciplinaire passant par la formation croisée.

L'ingénierie concourante est vécue différemment selon les pays et les cultures, mais toutes ont en commun les fondements suivants : (a) accroître le rôle de la conception dans le processus de développement et réciproquement, (b) améliorer la prise de décision conjointe, (c) former des équipes multi-fonctionnelles, (d) inclure les utilisateurs dans le processus de conception, (e) considérer le gain de temps comme un élément d'avantage vis-à-vis de la concurrence.

Le but de l'ingénierie concourante est de mettre en œuvre un travail collaboratif impliquant toutes les disciplines devant concourir au développement du produit (concepteurs, service commercial, service qualité, production, service de maintenance, clients, utilisateurs, etc.). Son principe est de faire tomber les barrières entre conception d'une part (incarnée par le bureau d'étude) et production d'autre part (incarnée par l'atelier de fabrication). Les bénéfices attendus de cette méthode sont de :

- Minimiser la longueur du cycle de production en éliminant les phases de re-conception (sur le principe que le gain de temps augmente la compétitivité),
- Minimiser le coût de production malgré le surcoût de la méthode, en améliorant la conception du processus de production lui-même,
- Maximiser la qualité de production en consacrant plus de temps et d'argent à la phase de conception initiale qui optimise le concept ou le produit par rapport à l'attente du client,
- Améliorer le travail en groupe, notamment par formation croisée des individus et répartition fonctionnelle des tâches (et non plus seulement en termes de compétences).

L'ingénierie concourante est pratiquée par un grand nombre d'entreprises. Son applicabilité met actuellement l'accent sur :

- Les réseaux et la communication<sup>1</sup>,
- Les technologies collaboratives<sup>2</sup>,

---

Les notes ci-après donnent quelques mots-clefs du domaine en anglais.

<sup>1</sup> **Networking and Distribution:** Integrated frameworks, architectures for building CE systems, languages and tools for CE, integration of design and manufacturing, knowledge-based integration, virtual team-support environments, tools for distributed product engineering, multi-media tools, tools for distance education, distributed computing architectures, CORBA, Java, OLE, Ontologies, KIF, KQML.

- L'organisation et le management<sup>3</sup>,
- L'ingénierie intégrative dans l'entreprise<sup>4</sup>,
- La prise de décision en groupe<sup>5</sup>,
- Le raisonnement et la négociation<sup>6</sup>,
- Les systèmes d'information<sup>7</sup>,
- Les outils de conception<sup>8</sup>,
- La qualité des produits,
- Les pratiques en entreprise<sup>9</sup>,
- La formation.

Mais les limites essentielles sont que :

- L'IC est coûteuse en termes d'administration de projet et de communication et nécessite un changement de *culture* des acteurs et de l'entreprise,
- L'IC ne peut donc pas être mise en œuvre pour les produits de conception simple ou lorsque le changement doit être marginal,
- L'IC part d'un concept et ne permet pas de remettre en cause le concept.

Les principaux succès de l'IC<sup>10</sup> ont porté sur le cycle de développement/fabrication de produits plus que sur la phase de conception. C'est

---

<sup>2</sup> **Collaboration Technologies:** Computer-supported cooperative work, virtual teams, semi-autonomous workgroups, information sharing, workspace sharing, communication tools, computer-based video/audio conferencing, Mbone, distributed consulting and training, workplace studies, synchronous and asynchronous communication, network-centric tool sharing, collaborative graphical user-interfaces, interoperability, networked collocation, human-computer interaction, software agents.

<sup>3</sup> **Organization and Management:** Experiences, organisational principles of CE, distributed organisational development, emerging standards and practices, life-cycle engineering, design-for-X, concurrent specification, integrated product and process design, green/clean manufacturing, life-cycle costing, quality engineering, logistics support, CALS.

<sup>4</sup> **Enterprise Engineering:** Enterprise architectures, enterprise modelling, enterprise integration, assessing organizational readiness, CE process characterization, workflow tracking and management, CE assessment models, planning and scheduling, business process re-engineering, CE metrics, barriers to CE, agile manufacturing, virtual enterprises.

<sup>5</sup> **Collaborative Decision-Making:** Decision processes in cooperative work, goal synthesis, team coordination, decision support systems, multi-criteria decision making, design assessment, monitoring of product development, change notification across perspectives, cooperative problem solving, computer support for team structure, project and team coordination.

<sup>6</sup> **Reasoning and Negotiation:** Conflict resolution, goal negotiation, constraint modelling, constraint management, blackboard and agent-based architectures, corporate technical memory, mediator agents.

<sup>7</sup> **Information Modelling:** Product and process modelling, information modelling and simulation, integrated process capture, design intent capture, product version control, product data management, PDES/STEP, multi-level user access, capturing corporate history, enterprise multimedia notebooks, design rationale, integrated database and knowledge-based systems.

<sup>8</sup> **Design Technologies:** Cooperative Design, geometric modelling, feature-based modelling, design and manufacturing integration, design for Manufacturing, geometric reasoning, design integration tools, computer aided design / manufacturing, constraint-based design.

<sup>9</sup> **Practical Applications:** Experience reports, practical solutions, demonstrators, systematic guidelines, pitfalls and success stories, case studies, lessons learned, CE issues for large versus small/medium enterprises, applications in defence sector.

pourquoi l'aspect *conception participative* a été développé pour renforcer l'IC sur cette partie plus faible. La conception participative a ainsi pour ancêtre l'ingénierie concurrente. Elle s'est développée dans les pays scandinaves en subissant plusieurs phases d'évolution (Kyng, 1994).

## 2 Historique

Les processus de conception participative (CP en abrégé) se sont développés en Suède depuis les années 70. Pendant cette période, le gouvernement avait voté deux lois qui donnaient le droit aux employés de participer aux décisions concernant leur milieu de travail. Au début, le droit à la participation était une question de répartition de pouvoir entre l'employeur et le syndicat. La conception participative était donc essentiellement vécue comme une question de démocratie, l'instrument le plus important étant la législation. Manuels et *check-lists* ont aussi été développés pour soutenir les employés dans leur collaboration avec l'employeur. Ce modèle a été généralisé à la relation utilisateur/concepteur mais s'est vite stérilisé à cause des rôles conflictuels de donneur d'ordre/marchandage impliqués par le modèle et fondés sur le rapport de force.

L'étape suivante, dans les années 80, fut le *recueil du savoir* des usagers. L'état de méfiance et la lutte de pouvoirs qui régnaient jusque là ont abouti à un accord mutuel sur le fait que les usagers (souvent incarnés par les employés) détiennent une connaissance importante qui pourrait être employée pour augmenter la qualité du produit final. L'utilisateur devenait une source d'information et le client un investisseur qui fait confiance à l'expert pour concevoir un produit adéquat au meilleur prix. Les outils utilisés dans le processus ont alors été conçus pour rassembler et procurer des informations d'une façon structurée. Des techniques de recueil de données, les *check-lists* et les méthodes d'*interviews* ont été développées dans ce but. Les experts assuraient le rôle de coordinateurs ou d'animateurs dans les séances de conception. L'institution était représentée par ses propres experts (les concepteurs) et les utilisateurs par les siens (ergonomes, représentants divers, etc.). Malgré des améliorations par rapport au premier modèle des années 70, ce deuxième modèle souffrait encore d'imperfections : les rôles restaient trop différenciés et l'efficacité dans l'élicitation des savoirs n'était pas optimale car les utilisateurs avaient quelques craintes à livrer leur savoir (par peur qu'il soit détourné ou mal interprété ou que cela soit retourné contre eux) sans garantie de sa bonne utilisation. Par ailleurs, les experts ergonomes ne pouvaient se substituer totalement à un véritable panel d'utilisateurs.

Au début des années 90, Granath et ses collègues ont introduit le concept de *processus de conception collectif* pour distinguer une nouvelle dimension de la conception participative, différente de celle considérée pendant les années 70 et 80 (Granath *et al.*, 1996). Un processus de conception collectif est une activité de conception participative où tous les acteurs sont considérés comme experts et leur participation est basée sur leurs connaissances propres plutôt que sur les rôles qu'ils jouent ou les intérêts qu'ils représentent. Il s'agit d'un acte créatif dans un processus collectif auquel contribuent activement, avec leurs différents savoirs, toutes les personnes concernées par le résultat du processus. Ainsi, tous les acteurs au sein d'une entreprise peuvent aussi être considérés comme utilisateurs. Les consultants

---

<sup>10</sup> Il existe des conférences sur le sujet, par exemple CE2000 à Lyon (17-20 juillet 2000) : <http://bat710.univ-lyon1.fr/ligim/CE2000/>. Les pays les plus impliqués sont : Japon, USA, Allemagne, Taiwan, UK, chaque pays imprimant sa marque culturelle à la méthode.

externes participent également au processus. Le travail de conception dans un tel processus collectif est donc à la fois pluridisciplinaire et « pluri hiérarchie ».

### 3 Problématique

La conception participative est maintenant un processus complexe qui fait intervenir de multiples acteurs dans l'entreprise mais qu'il faut encore étendre aux dimensions socio-économiques de l'usage – en intégrant les sociologues, anthropologues et économistes dans le processus (Caelen, 2004). Il est nécessaire également d'instrumenter davantage le processus de conception afin de donner à chacun des acteurs des outils qui lui permettent d'observer et de guider son activité pendant le processus, tout en acceptant le fait que la conception ne peut être un processus entièrement planifiable (Suchman, 1987).

Les disciplines concernées (sociologie, économie, ergonomie, informatique) pratiquent déjà un certain nombre de méthodes dans leurs aires respectives (le marketing moderne en est une forme d'intégration, centrée sur l'économie), il s'agit maintenant d'aboutir à une *démarche intégrative centrée utilisateur* (sur l'axe socio-anthropo-ergonomique). L'ingénierie concourante (Cardon, 1997) a été une forme de réponse à ce problème dont l'approche générale est de réunir des équipes multidisciplinaires autour d'une démarche de développement conjointe. Mais cette démarche est restée centrée sur la méthode.

Il s'agit maintenant que l'utilisateur devienne vraiment le centre de la conception, non plus concevoir *pour* l'utilisateur mais concevoir *avec* lui. Cela oblige à affiner la notion d'utilisateur pour le faire participer à la conception « au moment opportun » ; on a distingué trois types d'utilisateurs : (a) les utilisateurs *finaux* (conducteur ou passager d'une voiture, par exemple), (b) les utilisateurs *intermédiaires* pendant la vie du produit (garagiste), pendant sa fabrication (ouvriers sur la chaîne de montage) et pendant son démantèlement (recycleur, démoniteur, etc.) et (c) les utilisateurs *précoces* qui seront impliqués comme sujets ou membres de l'équipe de conception. Toutes ces catégories d'utilisateurs doivent trouver leur place dans le processus et appuyer leurs interventions sur des présentations appropriées (de l'artefact initial à l'artefact final, en passant par les artefacts intermédiaires).

Les grands problèmes que pose la conception participative sont bien connus, en voici quelques-uns :

- De quel processus de conception parle-t-on ? (situé, partagé, distribué),
- Quelle est la dynamique du processus la plus opérante ? (négociée, planifiée),
- Comment capitaliser les connaissances et les expériences des acteurs ? (en vue d'une réutilisation ultérieure),
- Comment s'affranchir ou même dépasser la mémoire (sélective) des acteurs ? (qui pose des limites dans un processus itératif étalé dans le temps),
- Comment canaliser le rôle et les jeux des acteurs ? (comment éliminer les influences ou la domination de certains d'entre eux ?),
- Quelle est la place des utilisateurs et comment les prendre en compte ? (à quel moment sont-ils le plus utile ?),
- Comment garder une place à l'éthique dans la conception et dans la prise de décision ?
- Comment concilier le dialogue, la tâche et l'activité de conception ?
- Quelles doivent être les bonnes pratiques ? (management, organisation, etc.),

- Quand doit-on s'intéresser à l'usage versus au comportement d'achat dans le processus ?
- Quelles modélisations viser et pour quelles fonctionnalités dans le processus ? (acteurs, processus, connaissances),
- Que représentent et comment doit-on organiser les artefacts ? (outils, représentations).

Pour mettre en place de nouvelles méthodes participatives, il y a lieu tout d'abord d'explicitier les connaissances et les pratiques des intervenants dans le processus de conception. Ces connaissances sont souvent de l'ordre du savoir-faire chez les ingénieurs, les pratiques étant issues d'une spécialisation sur le terrain. Pour cela, nous proposons une modélisation de ces connaissances basée sur le concept des *Moments* (Caelen et Jambon, 2004). La description de concepts ayant mené à cette modélisation fait l'objet de la première partie de cet article. Puis, il s'agit de faire travailler ensemble des équipes hétérogènes et reconfigurables (Béguin, 2003). Pour cela, un ensemble de moyens doit être mis en œuvre (Suchman, 1996) : bases de connaissances, moyens de communication, formation, outils de travail en groupe, outils de management, etc. Le propos de la seconde partie de cet article est de décrire les outils développés autour du modèle puis une instrumentation de la conception participative sur une plate-forme dédiée, impératifs préalables au développement de services exploitables en milieu industriel. Cette nécessité d'outiller le processus de conception est notamment mise en lumière par d'autres travaux (Darses *et al.*, 2001).

#### 4 Observation de séances de conception

Notre démarche se base sur une observation préalable de séances de conception participative, selon des techniques classiques d'observation de l'activité (Clarke et Smyth, 1993). Ces observations ont été le point de départ de notre démarche. Elles ont pour cadre l'expérience acquise au cours de précédents projets : IST SIRLAN (domotique), RNRT PVE (portail vocal d'entreprise) et RNRT Stylocom (stylo communicant). Enfin, le projet RNRT COUCOU<sup>11</sup> (Conception Orienté Usage en Communication et Objets Ubiquistes) a été le pivot de notre démarche.

Nous avons commencé à systématiser l'étude du processus de conception participative pour des petits groupes de conception. Pour cela, nous avons défini une *grille d'observation*, découpée en cinq parties : (a) l'activité déployée pendant les séances collectives, (b) l'usage des instruments et outils proposés en séance, (c) l'activité de dialogue entre acteurs, (d) les rôles joués à leur insu ou non par les différents acteurs et enfin (e) les connaissances mises en œuvre. Nous avons affiné cette grille sur quelques séances de conception participative autour d'un « stylo communicant » (projet RNRT Stylocom) : séances de créativité, séances de conception ergonomique sur scénarios, etc.

##### 4.1 Primitives

L'analyse a fait apparaître qu'une séance de travail peut se découper en *primitives* comme : « Informer les participants » ; « Les consulter pour déterminer les fonctions autour desquelles la discussion aura lieu » ; « Faire la synthèse de tous les propos recueillis » ; « Réunir les participants pour une première réflexion

---

<sup>11</sup> Le projet COUCOU, financé par le MENRT dans le cadre du RNRT, fait partie du réseau des plates-formes d'usage.



L'enchaînement des moments se négocie de manière opportuniste entre les acteurs ce qui se matérialise par l'ajout d'une transition dans le graphe, et ce qui rend la représentation dynamique et adaptable à la nature créative de l'activité de conception.

## 5 Modélisation des primitives, moments et phases

À partir de ces observations, nous avons déterminé une modélisation des concepts de *moments*, *primitives* et *phases* avec pour objectifs l'instrumentation du processus de conception et la capitalisation. Nous avons également modélisé les concepts secondaires de *transition* et de *jalon*.

### 5.1 Moment et Primitive

#### *Définitions*

**Moment :** C'est un ensemble de tâches de conception ayant une cohérence causale et dont l'exécution conduit à un résultat tangible pour la conception. Il relève d'une organisation à gros grain de la conception.

**Primitive :** C'est une tâche élémentaire (atomique). Elle peut ne pas avoir de sens par rapport au travail proprement dit de conception (par exemple s'inscrire à un groupe de réflexion). Elle se caractérise surtout par son insécabilité.

*Exemple :* soient les primitives {brassage d'idées(x)} et {sélection d'idées(y)} où x et y sont les arguments de ces primitives. Ces primitives prennent un sens dans le processus de conception si l'objet x du brassage d'idées et de la sélection d'idées y est non seulement le même (x=y), mais également si l'objet est un élément de la conception (un artefact par exemple). La séquence {brassage d'idées(obj) SEQ sélection d'idées(obj)} peut alors constituer le corps d'un moment {séance de créativité}. L'opérateur SEQ indiquant une contrainte de précédence (ici séquence) entre les primitives.

#### *Modélisation*

Un moment (ou une primitive<sup>12</sup>) peut être modélisé précisément par une structure « objet » comprenant :

**Identificateur du moment :** Description courte (quelques mots) en langage naturel du moment. Un moment peut disposer, dans son identificateur, de paramètres formels en entrée/sortie dont l'usage est similaire à ceux utilisés par les langages de programmation. L'usage des paramètres est réservé aux primitives.

**Fonction d'application :** Indique si le moment peut être répété (par exemple. [1] : une fois ; [Σ sessions] : cumul de sessions ; [∀ utilisateur] sur un ensemble d'utilisateurs).

**Objet (but ou objectif) :** Description longue (quelques lignes) en langage naturel qui précise l'identificateur du moment.

**Acteurs :** Liste d'acteurs dont la présence est nécessaire au bon déroulement du moment. Il peut être précisé des acteurs optionnels, plusieurs acteurs du même type, un intervalle (minimum, maximum, typique) ou encore plusieurs configurations possibles. Les acteurs se réfèrent à des catégories d'acteurs (par exemple : ergonomes, utilisateurs finaux, etc.) et non à des individus.

---

<sup>12</sup> Pour la suite on ne rappelle plus systématiquement le concept *primitive* dans les définitions en lieu et place de *moments*.

**Entrée (pré-requis) :** Ensemble des éléments (documents, artefacts) nécessaire au bon déroulement du moment.

**Corps (procédure) :** Ensemble de primitives constituant l'activité des participants au cours du moment. Le corps n'est défini que pour les moments. Ces primitives sont le plus souvent exécutées en séquence (SEQ), mais il est possible de préciser plus finement les contraintes de précedence entre ces primitives par des opérateurs classiques similaires à ceux utilisés par les modèles de tâches :

- SEQ : séquence entre deux primitives
- OU : alternative entre deux primitives
- ET : séquencement libre entre deux primitives
- ET/OU : alternative ou séquencement libre entre deux primitives (c'est-à-dire ou inclusif)
- SI (*condition*) : condition nécessaire à l'exécution d'une primitive

**Sortie (post-requis) :** Ensemble des éléments (documents, artefacts) qui seront produits par le moment. On n'indique pas dans les post-requis les éléments non produits explicitement par le moment.

## 5.2 Transition

### *Définition*

**Transition :** C'est un lien entre moments exprimant une séquence d'exécution souhaitée. Cette précedence temporelle doit être cohérente avec les pré- et post-requis des moments. Ce sont les acteurs du projet qui déterminent ces choix de séquencement selon les besoins et les contraintes de celui-ci. Leurs décisions sont capitalisées (figure 2).

Le séquencement des moments dans le processus de conception se base sur deux concepts : les pré/post-requis et les transitions. Leurs rôles sont sensiblement distincts :

- Les pré- et post-requis permettent de déterminer les possibilités d'enchaînement des moments en fonction des documents et artefacts produits (post-requis) et ceux nécessaires (pré-requis). Ces pré- et post-requis définissent de fait un ensemble d'enchaînements possibles : un enchaînement étant valide tant qu'un moment produisant un document donné est antérieur au sein du processus à un moment l'utilisant (mais pas forcément situé juste avant dans ce processus).
- Les transitions précisent quant à elles les choix effectués pour un processus de développement donné. En effet, celles-ci indiquent non pas seulement les enchaînements possibles, mais aussi ceux souhaités par les acteurs pour ce processus de développement. Bien entendu, les transitions doivent impérativement respecter la dépendance des pré- et post-requis de chacun des moments utilisés effectivement dans le processus.

Notons que pour un processus de développement donné, il n'est pas impératif que l'ensemble des éléments présents dans les pré-requis des moments utilisés soient également présents dans au moins l'un des post-requis des moments antérieurs. En effet, il est possible de proposer un processus de développement partiel dont certains des éléments utilisés sont fournis de manière externe (par exemple un document existant ou un artefact développé par un sous-traitant, n'apparaissant pas explicitement dans le processus).

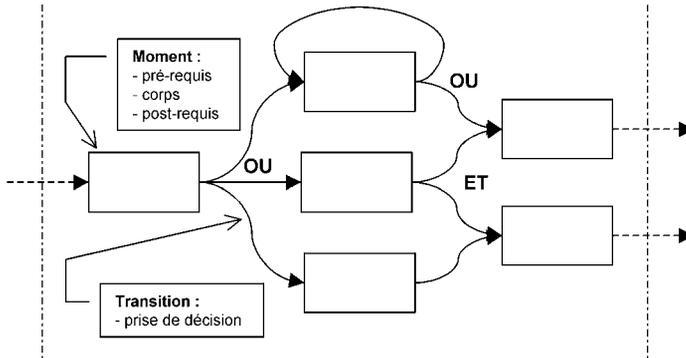


Figure 2. Représentation schématique de moments et de transitions

### Modélisation

Tout comme les moments et primitives, une transition peut être modélisée par une structure « objet » comprenant :

**Identificateur de la transition :** Description courte (quelques mots) en langage naturel de la transition.

**Conditions à satisfaire :** Ensemble des conditions, nécessaires au passage d'un moment à un autre. Ces conditions sont exprimées en langage naturel.

**Choix ou décision :** Ensemble des éléments ayant entraîné un choix (par exemple lors du choix parmi les deux moments suivants) ou une décision (par exemple lors de l'omission d'un moment). Cette information est renseignée par les acteurs du projet et mémorisée dans un but de traçabilité.

**Paramètres à transmettre :** Documents et/ou artefacts effectivement transmis entre les deux moments.

**Moment initial et moment final :** Indication des moments initial et final de la transition (information redondante si la transition est notée sous forme graphique, comme indiqué en figure 2).

**Opérateur de choix :** Indication si un choix est possible quant à la poursuite du processus. L'opérateur prend typiquement la valeur ET, OU ou ET/OU (OU inclusif).

### 5.3 Phase et Jalon

#### Définitions

**Phase :** La phase identifie une étape dans le cycle de conception. Les phases se distinguent par un changement notable de la nature de l'activité, au moment où le processus atteint un jalon.

La notion de phase renvoie à celle de chronogramme et partant, à celle d'organisation temporelle du projet de conception. La phase est constituée d'un ensemble de moments et est encadrée par deux jalons. A ce titre, la phase peut être vue comme un sous-ensemble de moments du processus de conception. Les moments d'une phase ne sont pas nécessairement liés par des transitions. En effet, une même phase peut être constituée de moments exécutés en parallèle, donc sans lien explicite entre eux.

La phase n'est pas considérée comme une encapsulation de moments au même titre qu'un moment est une encapsulation de primitives, car les liens entre les

moments (les transitions) ont notamment un rôle de capitalisation des décisions prises lors du processus, tandis que les liens entre les primitives représentent essentiellement des contraintes de précedence temporelle. Cette distinction se manifeste de manière plus formelle dans la modélisation (figure 4).

**Jalon** : Se définit comme limite entre deux phases ou borne du processus. Le jalon peut s'interpréter de deux façons : c'est une frontière entre deux phases, mais c'est aussi l'ensemble des transitions entre les deux phases, et par cela, le jalon représente l'ensemble des décisions à prendre pour le passage d'une phase du processus à une autre.

#### 5.4 Modélisation des moments vis-à-vis des cycles de développement et autres techniques de modélisation

La modélisation des moments de conception a pour objectif de capitaliser la connaissance (notamment procédurale) sur les éléments des processus de conception. Cette modélisation ne présage en rien du cycle de développement qui sera effectivement utilisé. La modélisation des moments se contente de fournir les briques de base (les moments) et le liant (les transitions) des processus de conception. Ainsi, il est possible d'utiliser les moments quelque soit le processus choisi, qu'il soit par exemple en V, en spirale, ou une instance de *Rational Unified Process* (RUP, 2005).

La modélisation d'un processus de conception (moments et transitions) se rapproche d'un diagramme d'activités tel que modélisé par le langage de spécification *Unified Modelling Language*. Néanmoins, à la différence des diagrammes d'activité d'UML, chacun des moments détaille précisément les acteurs, procédures, pré- et post-requis. De plus, les transitions sont également détaillées et les décisions capitalisées. En corollaire, les moments et transitions décrivant de manière plus précise un processus de conception, il est possible d'extraire de celui-ci une vue qui peut être un diagramme d'activité, mais avec comme contrepartie, une perte d'information.

La modélisation des moments peut également être comparée à un modèle hiérarchique de tâches. En effet, tout comme de nombreux modèles, notamment MAD (Scapin, 1990), les moments possèdent un objet (similaire au but), des acteurs (similaires aux utilisateurs), des pré-requis (similaires aux pré-conditions), des post-requis (similaires aux post-conditions) et des opérateurs temporels. Cette similarité est essentiellement de nature syntaxique. En effet, l'objectif général des modèles de tâches est de décrire une activité observée ou des tâches prescrites, le plus souvent en vue d'analyser et concevoir/re-concevoir un système interactif. Les moments ont pour objectif de modéliser la connaissance et l'expérience acquise sur le processus de conception. Les sémantiques des deux modélisations se rejoignent au niveau du corps du moment qui représente une procédure. Pour cette raison, nous avons utilisé un sous-ensemble des opérateurs de MAD (ET, OU, ET/OU) pour modéliser cette connaissance procédurale car elle de même nature que celle exprimée dans MAD. Les distinctions sémantiques sont plus marquées au niveau de la modélisation des moments. Ils peuvent être capitalisés de manière similaire aux tâches, mais leur principal intérêt est de pouvoir être réutilisés par leurs propres acteurs. Ce peut être vu comme si un modèle de tâche était à la fois un outil d'analyse de l'activité et un guide d'utilisation. De plus, les moments contiennent non seulement une connaissance procédurale, mais aussi des ressources (documents, outils, etc.) supports concrets à la mise en oeuvre de cette connaissance. La distinction est encore plus marquée au niveau des transitions. L'ensemble des transitions peut être comparée à la notion de scénario. Cependant, l'intérêt des transitions est qu'elles contiennent en plus de la séquence des moments

utilisés, les éléments de décision permettant de comprendre les raisons du choix de cette séquence.

Le modèle qui est sémantiquement le plus proche des moments de conception est sans doute celui des blocs de connaissance (Boy, 1988). En effet, les blocs de connaissance, développés dans le contexte des systèmes interactifs aérospatiaux, ont pour objectif de modéliser la connaissance procédurale des opérateurs. A ce titre, ils disposent également de pré-conditions, de post-conditions et de liens entre blocs. Cependant, si la sémantique est proche, l'objectif est très différent. Les blocs de connaissance ont pour principal objectif d'aider à la conception de systèmes interactifs en modélisant la connaissance des opérateurs. Les moments ont pour objectif de capitaliser la connaissance des acteurs de la conception pour assister le processus de conception.

### 5.5 Démarche intégrative

La modélisation précédente nous a permis de proposer un modèle général et intégratif permettant d'inclure les préoccupations des sociologues, ergonomes et/ou des économistes dans le cycle de conception. Cela se représente par des moments particuliers pouvant prendre place à n'importe quelle phase de la conception, par simple négociation entre les acteurs. Ces moments sont construits sur des primitives plus génériques, réutilisables d'une discipline à une autre.

Par exemple, voici la modélisation de quatre moments pour la phase « Test du consentement à payer » bien connu en économie :

#### **Prédiction consentement à payer [1]**

*Objet* : prédire la valeur d'un produit

*Acteurs* : animateur, économiste, ingénieur R&D, sociologue/anthropologue, marketer, bureau d'étude

*Entrée* : scénarios d'usage, fonctionnalités techniques, produits concurrents

*Corps* : Validation fonctionnalités/caractéristiques techniques [ $\forall$  variantes techniques] SEQ Définition marchés+consommateurs [ $\forall$  scénarios d'usage] SEQ Positionner l'offre du produit SEQ Caractériser le statut du produit et sa tarification SEQ Calcul consentement à payer [ $\forall$  types-consommateurs]

*Sortie* :  $CP_i$  ( $i=1,n$ ), types-consommateurs(n)

#### **Calcul de coût [1]**

*Objet* : estimer le coût d'un produit

*Acteurs* : animateur, économiste, ingénieur R&D, sociologue/anthropologue, marketer, bureau d'étude

*Entrée* : scénarios d'usage,  $CP_i$ , fonctionnalités techniques, types-consommateurs(n)

*Corps* : Estimation coût [ $\forall$  scénarios d'usage] SEQ Calcul rapport  $CP/\text{coût}$  [ $\forall$  consommateurs]

*Sortie* :  $r_i$  ( $i=1,n$ )

*suite en page suivante*

### Test de pertinence [1]

*Objet* : tester la validité de la prédiction des CP

*Acteurs* : animateur, économiste, consommateurs

*Entrée* : scénarios d'usage, CPi, fonctionnalités techniques, types-consommateurs(n)

*Corps* : test CP [ $\forall$  consommateurs]

*Sortie* : facteur-confiance(CPi)

### Calcul de coût [1]

*Objet* : ajuster au mieux le prix de vente en fonction de la propension à payer et des coûts

*Acteurs* : animateur, économiste, marketeur ?

*Entrée* : informations économiques, meilleur CPi

*Corps* : Etude de marché SEQ Estimation prix de vente SEQ Minimisation coût

*Sortie* : marge OU retour à Calcul de coût

On obtient une représentation similaire avec des moments liés à la sociologie, par exemple ci-après un moment de créativité :

### Choix de la technique créative [1]

*Objet* : organiser une session de créativité

*Acteurs* : animateur, ingénieur R&D, sociologue/anthropologue, marketeur

*Entrée* : cahier des charges client

*Corps* : Discussion SEQ Prise de décision(méthode)

*Sortie* : Relevé de décision(méthode)

## 6 Assistance au processus et usage de la plate-forme

### 6.1 Niveaux d'assistance

Il existe différentes manières d'organiser un processus de conception : cycle en V, cycle spirale, etc. Il ne s'agit pas ici de révolutionner les pratiques en conception – au demeurant fort diverses selon le type de produits/services, le type d'institution, les habitudes socio-culturelles des acteurs, le type d'organisation de l'entreprise, etc. – mais de proposer un ensemble d'outils prenant place dans une plate-forme pour assister méthodologiquement et accompagner techniquement un processus de conception. Plus précisément, l'assistance au processus de conception peut se voir, en fonction des besoins des acteurs impliqués, selon trois niveaux :

- **Le premier niveau** consiste à assister la préparation, le déroulement et le suivi du processus de conception en déterminant les étapes de celui-ci en puisant dans la base de connaissances des moments de conception. On utilisera également à ce niveau l'expérience acquise lors de la réalisation d'autres projets pour déterminer quels moments utiliser ainsi que la structure temporelle du processus. C'est le niveau le plus faible d'assistance.
- **Le deuxième niveau** consiste, de plus, à assister techniquement le déroulement du projet, notamment grâce à une plate-forme technique de type *smart-room*. Ici l'assistance est plus complète car non seulement on va extraire de la base de connaissances l'expertise issue des moments mais on utilisera aussi les outils associés à ces moments (par exemple le logiciel AGORASuite décrit plus loin dans cet article) ainsi que les outils de recueil

de la plate-forme pour permettre aux acteurs de tracer leurs interventions et leurs prises de décision. C'est le niveau le plus élevé d'assistance possible lorsque l'on s'adresse à des acteurs (par exemple des industriels) dont le but est de réaliser un projet de conception.

- **Le troisième niveau** est orienté vers les acteurs s'intéressant à l'analyse réflexive du processus en lui-même. Il s'agit ici d'analyser comment se déroule le processus de conception et notamment comment sont réalisés les moments. Pour cela, les acteurs étudient un ensemble de projets puis réinjectent cette connaissance dans la base de connaissances des moments, améliorant ainsi incrémentalement le déroulement des processus de conception. Ce niveau d'assistance est destiné principalement aux chercheurs, par ex. (Garrigou *et al.*, 1995).

## 6.2 Cahier des charges pour l'instrumentation

Afin de respecter le type d'organisation du processus de conception des acteurs d'un projet, il est nécessaire de rester à un niveau générique et donc d'instrumenter les moments et les primitives, et eux seuls. En outre, il est également intéressant de capitaliser les transitions réalisées au cours d'un projet, car celles-ci représentent l'expérience des décisions prises au cours du projet, laquelle peut être réutilisée.

L'assistance au processus de conception participative nécessite aussi de donner des moyens d'intervention et de communication aux acteurs pendant et hors séance collective. Étant donné la diversité de ceux-ci et leurs niveaux de compétence très différents, il nous est apparu que les séances collectives devaient être encadrées par un animateur pour faciliter la communication, arbitrer les conflits, gérer les discussions et la progression du travail.

En arrière-plan, il est de plus nécessaire d'enregistrer les séances, d'analyser les données pertinentes puis de capitaliser les connaissances extraites, de façon à (a) tracer les interventions de chaque acteur, (b) archiver les décisions et les choix effectués pour un suivi plus efficace du processus et (c) constituer un mémoire de cas d'exemples de processus utile pour définir un autre processus ou nourrir l'analyse réflexive sur les processus de conception.

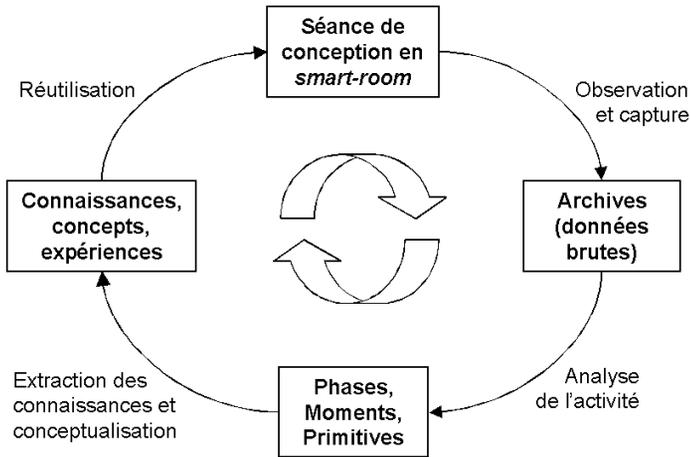
L'objectif de la plate-forme est donc d'instrumenter les séances de travail collaboratif en conception participative en améliorant les échanges entre les acteurs et en leur fournissant :

- un cadre de travail dépendant des moments de la conception,
- des mécanismes de régulation (de la prise de tour de parole, des droits intellectuels, etc.),
- une base d'expériences antérieures d'utilisation des moments de la conception,
- un support d'échange de connaissances structurées,
- un cadre matériel de communication et de travail, par exemple pour la diffusion de vidéos-exemples (Mackay, 2002).

Ceci peut être schématisé par la figure 3 ; on distingue quatre opérations principales :

- **Observation et capture** : les acteurs sont placés dans une salle de conception dite « intelligente » de type *smart-room* équipée de caméras, écrans, micros, capteurs divers, etc., dans laquelle tous les faits, gestes, parole et données informatiques (échangées et/ou modifiées) sont filtrés, sélectionnés, synchronisés et annotés par un observateur invisible des acteurs en cours de séance de travail,

- **Analyse de l'activité de conception** : elle est effectuée selon un canevas pré-déterminé en phases, moments et primitives,
- **Extraction des connaissances et conceptualisation** : c'est un processus d'organisation des concepts et des décisions prises dans la séance ou entre deux moments. Ces connaissances sont mises sous forme de réseaux sémantiques et sont attachées aux transitions. On y trouve :
  - les raisons de décision (critères et arguments)
  - les choix de décision (comptes-rendus)
  - les conséquences attendues (moments choisis pour continuer)
  - la validation (jalons atteints, phases terminées)
  - les correctifs en cas d'impasse
- **Réutilisation** : les connaissances, concepts et expériences extraites par les experts sont mises à disposition des acteurs de la séance de conception.



**Figure 3.** Les acteurs travaillent dans une smart-room, leurs actions et les documents produits sont enregistrés, filtrés, annotés et indexés. Un travail de gestion de projet est mené en dehors des séances en terme de phases et moments, le projet est alors conceptualisé puis organisé selon les décisions prises par les acteurs. Ces données sont ensuite réutilisables par les acteurs.

### 6.3 Usage de la plate-forme

L'usage de la plate-forme instrumentée concerne en premier lieu le chef de projet-conception qui négocie le projet avec un client et qui suit l'évolution du processus de conception tout au long du projet. Au moment de la négociation de la prestation, il fait des simulations du *workflow* des moments de conception en temps réel face au client, puis fige une ou des solutions possibles, sachant que cette solution peut être remise en cause pendant le processus de conception. Il suit ensuite le processus de manière dynamique. Il faut donc un logiciel de gestion de projet dynamique qui gère également les versions de documents (comptes-rendus, livrables, prises de décision, etc.).

En outre, l'usage de la plate-forme concerne également les autres acteurs de la conception :

- L'animateur, qui doit y trouver un espace de travail personnel, un accès à la base des moments et au *workflow* des moments, un accès aux documents ou rapports, à la cartographie des compétences,

- Les acteurs de la conception (concepteurs, utilisateurs, etc.), qui doivent y trouver la cartographie des compétences, accéder au *workflow* des moments et aux expériences de conception, et plus généralement à leurs données personnelles ou à des données venant du web, en même temps qu'à un espace de travail collaboratif,
- L'observateur, qui doit pouvoir accéder aux outils d'annotation, aux consignes et critères d'annotation ou d'observation, à une zone partagée de commentaires et éventuellement à un espace de travail privé,
- Le spécialiste en sciences humaines et sociales, qui doit pouvoir accéder à la base des moments, aux événements annotés et aux documents de prises de décisions,
- Le gestionnaire de la plate-forme, qui doit y trouver les moyens de gérer les outils et toutes les sources de données ou informations.

Enfin l'usage de la plate-forme concerne aussi les décideurs et le client, il doivent pouvoir avoir accès aux rapports de prise de décision et au rapport final.

## 7 Instrumentation des moments de conception

Notre plate-forme et son instrumentation ont été développées au cours du projet RNRT COUCOU. L'instrumentation s'est déroulée en trois temps. Dans un premier temps, les concepts ont été modélisés formellement. Dans un deuxième temps, une instrumentation spécifique à la modélisation de ces concepts a été réalisée.

Enfin, des outils spécifiques à l'instrumentation des moments ont été réalisés et outillés de manière à permettre une analyse réflexive de l'activité des acteurs de la conception.

### 7.1 Modèle conceptuel des données

À partir des définitions des phases, moments et primitives issues des observations, nous avons modélisé ces concepts en vue de les capitaliser sous la forme d'une base de données. Cette modélisation a été réalisée avec la syntaxe d'un diagramme de classes UML (figure 4). Elle a été validée à l'aide de l'ensemble des exemples de phases, moments et primitives spécifiés informellement par les experts des différentes disciplines. Cette modélisation a eu deux principaux intérêts : (1) mettre en lumière les points sous-spécifiés du modèle et (2) déterminer un premier cahier des charges de l'outil destiné à les capitaliser.

Cependant, il est vite apparu que ce modèle était complexe à implémenter sous forme d'une base de données relationnelle et qu'il était plus important de présenter à l'utilisateur les concepts de manière graphique que de vérifier de manière formelle les contraintes d'intégrité du modèle. De plus, il nous a semblé quasi-certain que ces contraintes allaient être amendées par l'expérience acquise lors de l'entrée dans l'outil de nouveaux projets. En outre, la gestion des liens avec les ressources associées aux projets (e.g. dossiers, fichiers multimédia, programmes, sites web, etc.), ainsi que les outils d'extraction de données (e.g. diagramme de Gantt) ont un rôle prédominant dans l'usage de l'outil.

C'est pourquoi notre choix s'est porté vers la réutilisation d'un outil visuel d'aide à la planification ayant des capacités d'hypertexte plutôt que vers la création d'une base de données relationnelle. Nous avons choisi pour cela un logiciel commercial (MindManager®) que nous avons adapté à nos besoins à l'aide du langage de programmation interne à l'outil.

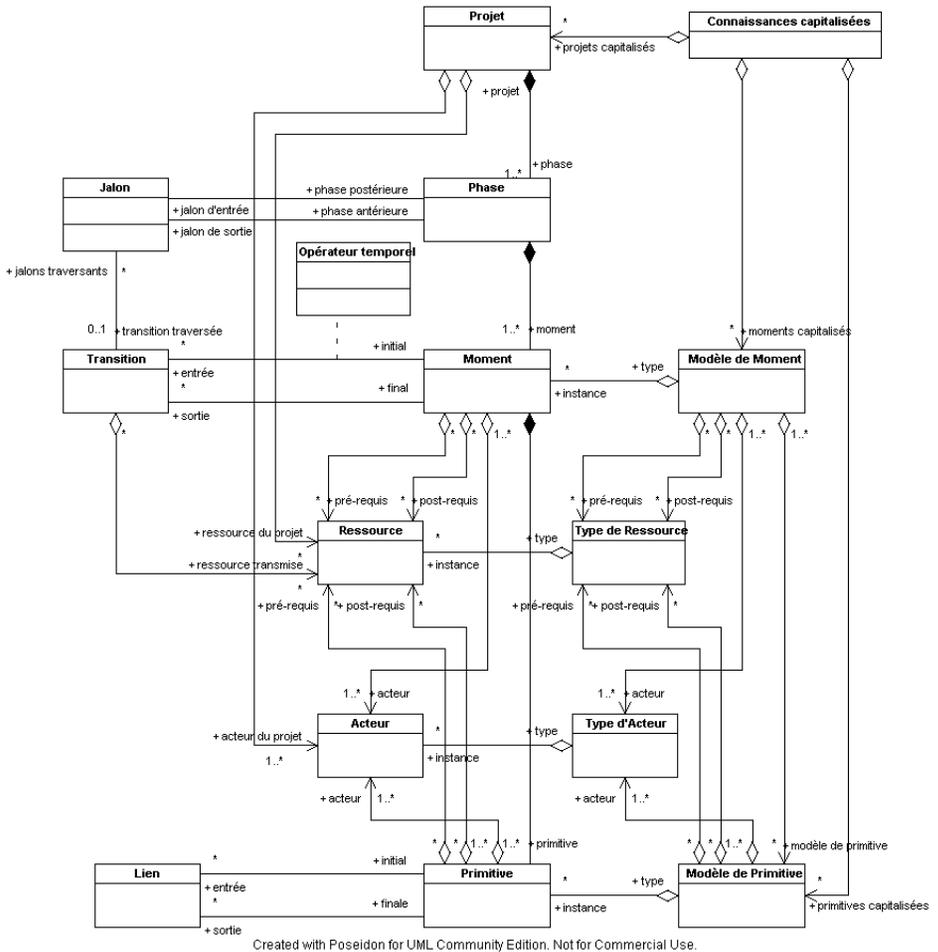


Figure 4. Diagramme des classes représentant les liens entre les concepts de phase, moment, primitive, transition et jalon. Le rôle du moment est central, et les moments se distinguent des primitives notamment par la présence des transitions capitalisant les décisions prises lors de l'exécution du projet.

## 7.2 Paramétrage de MindManager®

MindManager® (Mindjet, 2005) est un logiciel commercial permettant de faire du « *Mind Mapping* », c'est-à-dire de la représentation des connaissances sous forme de concepts et de réseaux sémantiques. Chaque concept, représenté par un nœud, peut être relié par hypertexte à un autre concept ou à un élément (document, programme, page web, ressource multimédia, etc.). Le logiciel dispose, pour la majorité des types de documents usuels, d'un éditeur (ou simplement lecteur) intégré sous forme de plug-in permettant à l'utilisateur de modifier (ou simplement de lire) le document dans le logiciel, donnant ainsi l'impression à l'utilisateur de disposer d'un environnement d'édition complètement intégré. MindManager® dispose également du concept de morceaux de carte « *Map Part* » permettant de simuler le mécanisme d'instanciation. En effet, des morceaux de cartes peuvent être

créés par les utilisateurs et rangés dans une bibliothèque. Ils sont alors réutilisables (réinstanciables) à souhait dans de nouvelles cartes. En outre, certains liens portent une sémantique (succession des tâches) et permettent ainsi d'extraire des schémas spécifiques à la gestion de projet (par exemple un diagramme de Gantt).

Dans notre paramétrage spécifique de MindManager®, nous avons représenté les moments capitalisés sous la forme de morceaux de carte créés par les experts et réutilisables par les utilisateurs pour de nouveaux projets. Les morceaux de cartes représentant les moments sont créés par les experts (ergonomes, sociologues, chefs de projet, etc.) à l'aide d'un assistant. L'objet du moment, ses entrées, ses sorties, ses acteurs sont renseignés par les experts et reliés au morceau de carte du moment, ainsi que d'éventuelles ressources spécifiques à ce moment (guide pour appliquer la méthodologie, outil de support à la conception participative, conducteur de réunion, modèle de document, etc.). Ces morceaux de carte sont ensuite mis à disposition des utilisateurs dans la bibliothèque.

Les nouveaux projets, créés par les utilisateurs à partir des moments de bibliothèque sont eux-mêmes stockés dans une carte spécifique aux projets. Au cours du projet, l'utilisateur fait appel à ces moments instanciés comme fil conducteur de son activité et aussi comme source de connaissance ou de modèles. Une fois terminé, le projet et ses moments instanciés et comportant toutes les ressources et productions du projet (rapports, films, maquettes, etc.) sont capitalisés comme exemples, et de ce fait, réutilisables pour d'autres projets.

### 7.3 Capitalisation des connaissances

Dans la pratique, la structure générale des données et connaissances des projets est organisée à partir d'une racine qui permet d'accéder à la base globale, découpée en quatre parties :

- 1) Projets : base des projets déjà exécutés et en cours d'exécution (décrit les faits et les actions),
- 2) Moments : base des moments (décrit le savoir faire),
- 3) Ressources humaines : base des personnes avec leurs rôles (décrit les compétences),
- 4) Relations industrielles : portefeuille d'adresses et de contacts (décrit le contexte).

Les projets achevés sont capitalisés en distinguant les connaissances de type connaissances « factuelles » (e.g. présentations, rapports, relevés de décision, etc.) des connaissances de type « retour d'expérience » (qui pourront être réutilisées d'un projet à un autre).

- La base des projets contient les connaissances (ou données) factuelles, ce sont des données partagées et des données privées de certains acteurs, telles que mémos, notes personnelles, savoir-faire personnalisé, etc. Les données partagées sont conformes à la modélisation UML (figure 4) et sont renseignées par des données spécifiques au projet, comme des fiches d'aide pour faire des exercices, des outils à utiliser ou à maintenir, des modèles de rapports ou de contrats, etc. Les données privées sont par essence libres donc non normalisées. Un exemple de projet achevé est donné sur la figure 5, il s'agissait du projet RNRT « Stylocom », conception d'un « stylo communicant » qui a duré 2 ans. Le projet a été archivé en rubriques, les SP (sous-projets), les objectifs, les rapports, le contrat, la présentation finale, etc. Chaque SP est découpé en moments, avec pour Stylocom dans le SP1 (figure 5) : « Analyse de la concurrence », « Élaboration de concept », « Créativité », « Conception

participative» (dans laquelle on distingue diverses séances), « Résultat de conception » et « Enquête d'usage ». Dans le moment « Créativité » par exemple, on a détaillé les séances de préparation et de travail à partir du schéma général de « Créativité » d'une part et des faits et événements qui se sont déroulés dans Stylocom d'autre part. Ainsi, le moment « Créativité » dans Stylocom est composé de la séquence « Préparation séance » puis « Brassage d'idées » et l'on voit dans la figure 5 que cette séquence a été répétée deux fois. Ainsi, la base des projets fournit tous les éléments pour assurer la traçabilité des opérations, des décisions, des méthodes utilisées en situation, des profils des sujets, etc. ; elle a donc une vertu pédagogique au-delà de son caractère de réservoir d'expériences.

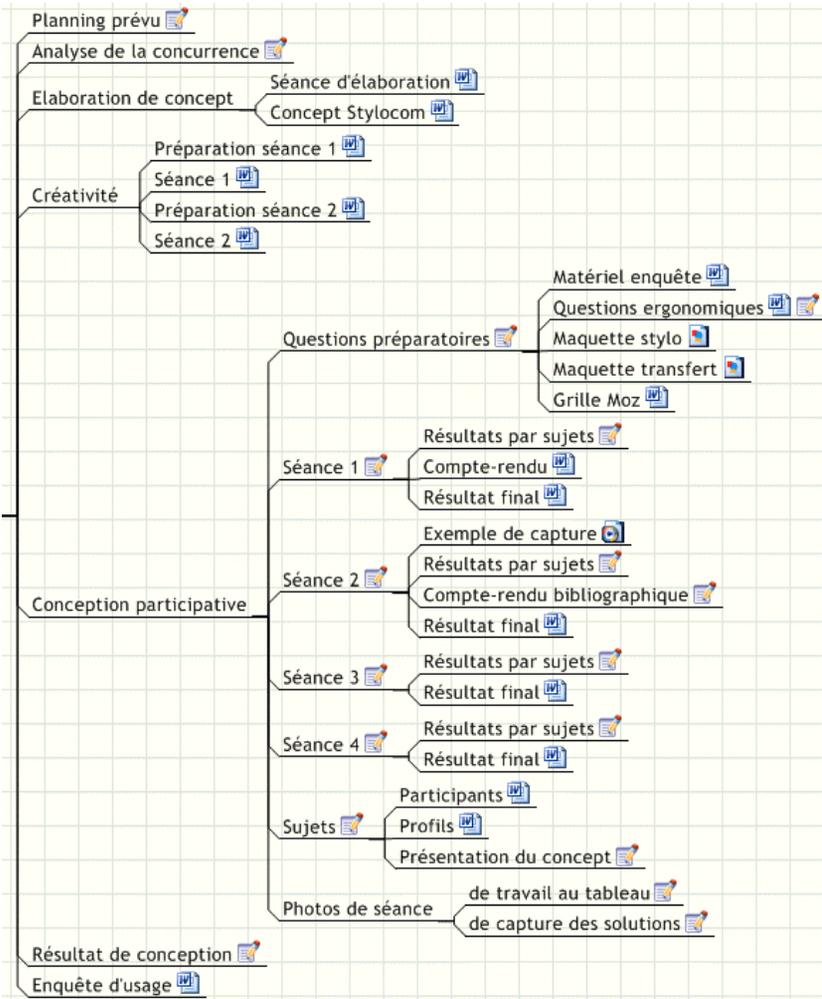


Figure 5. Extrait (SP1) de la description d'un projet achevé (RNRT Stylocom) dans l'outil MindManager® paramétré pour la modélisation des moments

- Les moments incarnent des connaissances procédurales générales, donc relativement indépendantes des projets, remises à jour (surtout affinées) si

nécessaire après chaque projet. L'expérimentateur peut alors les utiliser de manière opératoire ou inductive pour son prochain projet. La figure 6 donne un exemple de moment appelé « Brassage d'idées » ; on y voit que la capitalisation peut s'y faire de multiples façons, par exemple en normalisant l'intervention de différents types d'acteurs (en plus de « sociologue » comme dans la figure 6) si cela a été positif dans l'expérience, ou bien modifier le corps de la procédure si une procédure plus efficace a été expérimentée, ou bien encore ajouter un exemple pour décrire des cas d'échecs ou de réussite, etc. La base de moments va donc permettre de capitaliser les connaissances de type « retour d'expérience » dans la mesure où elle est le reflet à chaque instant d'un savoir faire partagé. Cette capitalisation se fait de deux manières : en affinant un moment particulier (figure 6) ou en introduisant de nouveaux moments (figure 7).

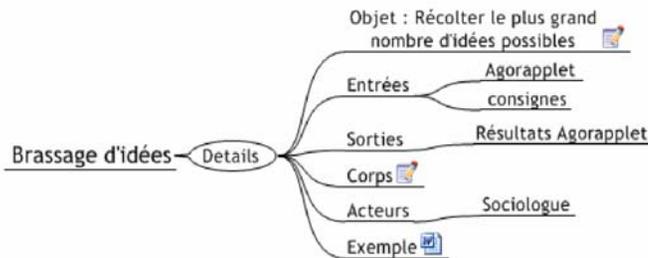


Figure 6. Description du moment « Brassage d'idées »

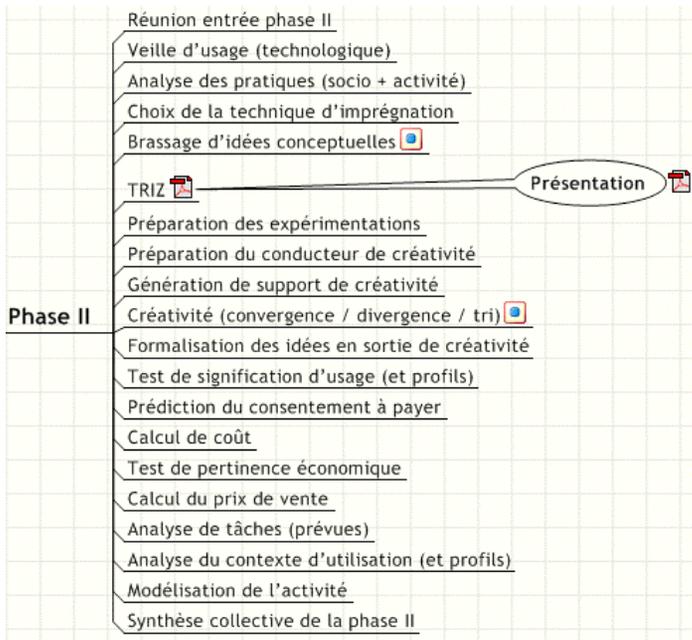


Figure 7. Extrait (Phase II) de la description de la base des moments (TRIZ : Théorie de Résolution des Problèmes Inventifs)

- La base des personnes est une manière d'attacher des compétences et des rôles à des acteurs (figure 8) de façon à les utiliser au mieux. On dispose de différents liens, tout d'abord le lien personne/compétences d'où se déduisent les rôles possibles, puis le lien compétence/projets qui permet de remonter aux rôles des personnes dans les divers projets et de les recouper entre eux. Sur les feuilles terminales du graphe, des renseignements propres aux personnes peuvent être consignés pour faire un suivi de compétence ou de métier. La base des ressources humaines permet donc de capitaliser toutes les informations permettant d'affecter les personnes les plus adéquates à chaque nouveau projet et de gérer les disponibilités lors de projets simultanés.
- Enfin la base des relations industrielles (non illustrée ici) décrit non seulement, l'entreprise, mais également les objectifs et les circonstances qui ont prélué au montage du projet, les résultats attendus et la série des contacts préparatoires (qui, quand, où, pourquoi, comment). Ces connaissances permettent de replacer les éléments cités précédemment dans leur contexte.

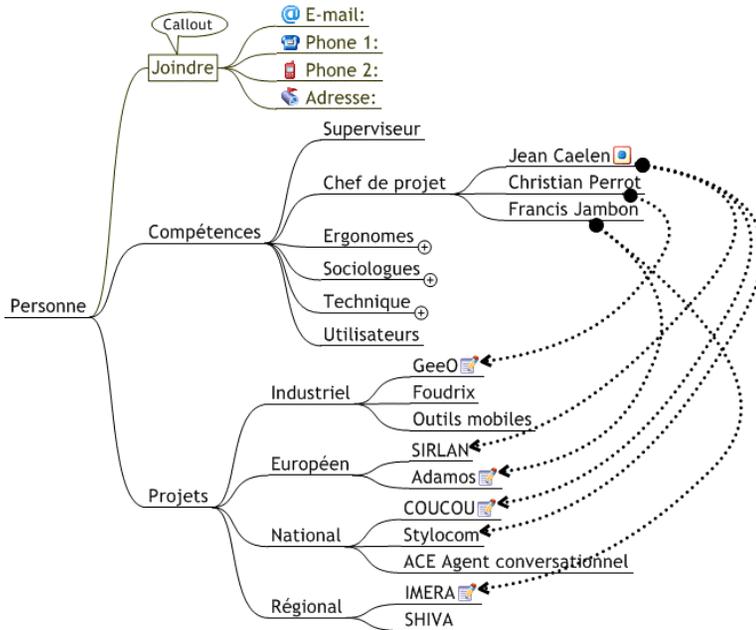


Figure 8. Description de la base de compétences et des rôles

Lors du montage d'un nouveau projet, le chef de projet a accès à l'ensemble de ces ressources, qui lui permettent de cerner complètement les facteurs sur lesquels il pourra jouer pour satisfaire les besoins de son client. Il commence par consulter la base des moments (donnée partiellement, sur la figure 7) pour les sélectionner en fonction des besoins, de la nature de l'entreprise, des contacts déjà pris (voire antérieurs), des délais impartis, etc. Pour cela, les moments sont regroupés dans la base selon les phases où ils interviennent et des connaissances générales de gestion de projet, stipulant les conditions de passage d'un moment au suivant et le type de décision à prendre. Ils sont consultables par le chef de projet ou ses assistants lorsqu'il est en situation concrète de négociation avec le client. Il dispose également de conseils généraux, de pense-bête, et des cas d'expérience précédents. Le chef de projet planifie alors les moments dont il a besoin pour conduire le projet. Il les

enchaine dans un diagramme de Gantt et les valide avec l'équipe projet à la fin de chaque moment. Il fait également un suivi en temps réel de l'évolution du projet et des connaissances mises en œuvre (données, faits, événements, décisions, etc.). Il dispose bien sûr aussi de la base des personnes qui contient l'ensemble des personnes affectées aux projets et disponibles pour le nouveau projet. Ainsi, grâce à l'ensemble de ces ressources, structurées en bases de connaissances liées, il est possible de réutiliser les retours d'expérience dans une vision de qualité toujours plus exigeante.

#### 7.4 Exécution d'un moment en *smart-room*

En plus de la capitalisation des connaissances qui nous permet d'instrumenter la préparation et l'exécution des moments, nous avons conçu un certain nombre d'outils dédiés comme support à l'exécution de ces moments. Le moment instrumenté choisi comme exemple consistait en une séance de créativité de type « Brassage d'idées » (décrit figure 6) : il s'agissait de trouver un nom à une innovation technologique conçue par le CEA-Leti. La séance a duré environ 2h30 et le groupe était constitué de 6 participants répartis uniformément selon le sexe et le domaine d'expertise : la moitié d'entre eux travaillaient dans le domaine des sciences humaines et l'autre moitié dans le domaine technique. Deux animatrices conduisaient la séance, toutes deux sociologues et partenaires du projet COUCOU. De plus, un régisseur était chargé de configurer et de piloter la *smart-room* pendant la séance. De manière indépendante, une seconde personne assurait le suivi de l'enregistrement des traces destinées à l'analyse réflexive. Une dizaine d'exercices ont été réalisés, majoritairement des activités de brainstorming.

##### *La smart-room*

Pour l'exécution de ce moment, nous avons choisi une instrumentation « légère » de la *smart-room* étant donné que cette dernière a dû être transportée pour être installée hors de nos locaux (à la MSH-Alpes). Un caméscope muni d'un grand angle enregistrait les informations vidéo de la séance, deux micros sans-fil étaient placés au centre de la pièce afin d'enregistrer les commentaires des animateurs et des participants. Ce flux audio/vidéo était numérisé et enregistré directement sur ordinateur pour analyse ultérieure.

Les participants et les animateurs disposaient tous d'un ordinateur relié au réseau local et placé dans un meuble ad-hoc devant eux (figure 9). Un espace de travail commun rassemblant les réponses de chaque participant et les consignes était projeté. Notons que par rapport à une séance de créativité « classique », les animateurs n'ont pas fait usage des outils traditionnels de ce type de moment, notamment le *paper-board* sur lequel les idées sont inscrites au fur et à mesure. En effet, il a été fait appel à une application que nous avons spécifiquement développée pour ce moment : l'AGORASuite.

Notre *smart-room* n'a pas pour objectif de mettre en œuvre des techniques élaborées d'assistance à la réalisation de compte-rendu multimédia de réunion ou de fouille de données (voir par exemple le projet européen AMI à ce propos <http://www.amiproject.org>). Il s'agit à la base d'une instrumentation audio-vidéo qui se rapproche de celle d'un laboratoire d'utilisabilité. Cependant, notre *smart-room* se distingue par la présence des outils spécifiques d'assistance à la conception participative (e.g. AGORASuite), lesquels sont utilisés selon les besoins de l'exécution de tel ou tel moment.



Figure 9. Séance de conception participative en smart-room

### **AGORASuite**

L'AGORASuite est un ensemble d'outils informatiques interconnectés destinés à assister les séances de créativité. À l'aide de ces outils, au lieu de donner leurs réponses aux divers exercices oralement, Les participants peuvent les taper sur les ordinateurs mis à leur disposition. Ces réponses sont ensuite envoyées vers l'application de l'animateur où elles sont enregistrées. Elles peuvent aussi être vidéo-projetées, redistribuées aux autres participants et/ou réutilisées lors des exercices ou des séances suivantes selon les besoins et les exercices.

Avant la séance, le ou les animateurs décrivent les exercices qu'ils ont prévus de réaliser lors de la séance de conception grâce à l'AGORACréateur. Chaque exercice comporte un nom unique, une consigne, un type (brainstorming, classement, brainstorming catégorisé, etc.) et éventuellement d'autres informations nécessaires à la réalisation de l'exercice. La suite des exercices prévus est ensuite enregistrée sous forme de fichier XML et prête à être utilisée lors de la séance.

Le jour de la séance, l'animateur utilise l'AGORAServeur sur sa machine et l'AGORAProjecteur sur la machine servant à vidéo-projecter. Il lui suffit d'inviter les participants à lancer les AGORApplets sur leurs machines respectives à l'aide d'un navigateur web standard pour débiter la séance. L'animateur gère les participants et la succession des exercices à partir de sa machine. À chaque début et fin d'exercice, l'interface graphique des AGORApplets des participants se met à jour (figure 10). Cette dernière affiche la consigne de l'exercice en cours et un espace de réponse spécifique au type de l'exercice. Les participants tapent leurs réponses qui sont éventuellement affichées aux autres participants et/ou affichées pour tous par l'AGORAProjecteur.



**Figure 10.** Écran de AGORApplet d'un participant lors d'une séance de conception participative (il s'agit ici d'une précédente expérimentation où l'objectif était de trouver le nom de l'outil lui-même)

### Utilisation des résultats

L'utilisation de l'AGORASuite a permis aux animateurs de gagner un temps significatif pendant la séance, en évitant les temps morts. Par exemple, lors des exercices de *brainstorming*, le recensement des idées a été plus rapide puisqu'elles sont tapées directement sur l'AGORApplet, au lieu d'être énoncées oralement par les participants, puis inscrites par les animateurs sur le *paper-board* et enfin retranscrites et enregistrées numériquement par le secrétaire de séance. Plus important, les réponses des participants à un exercice donné (e.g. liste d'idées) pouvait être réutilisées immédiatement après (i.e. sans temps mort) comme consigne d'un nouvel exercice (e.g. vote sur ces idées).

Toutes les interventions des participants sont enregistrées. Ainsi, à la fin de la séance, on obtient un fichier XML synthétique de l'activité des participants lors de la séance. Ce fichier contient pour chaque exercice son nom, la consigne, son type et la liste des interventions des participants ou encore le résultat de l'activité (e.g. résultat d'un vote comme illustré figure 11). Chaque intervention est datée et reliée à son auteur.

Ces sorties permettent notamment de mémoriser de manière précise l'origine de chaque idée, point qui peut être crucial dans certains contextes industriels (propriété des idées), mais aussi de mémoriser automatiquement l'ensemble exhaustif des idées émises par les participants au cours de la séance. Ce qui, par rapport à une séance utilisant le traditionnel *paper-board*, permet d'éviter le risque de perte d'idées. En effet, beaucoup de données émises en séances de créativité sont perdues définitivement à la fin de la séance car ratées ou incomprises par les

animateurs. La transcription systématique de l'ensemble des enregistrements audio/vidéo étant rare tant ce travail est long et fastidieux.

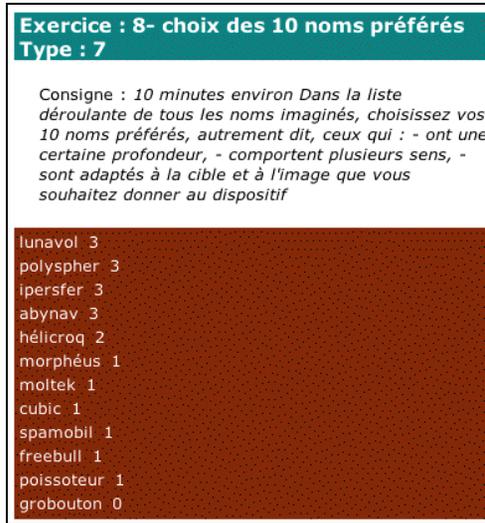


Figure 11. Extrait du fichier de résultats généré par l'AGORAServeur. Ici, il s'agit des résultats du vote des participants sur leurs noms préférés.

### 7.5 Analyse réflexive

Les sorties de l'AGORAServeur permettent aux animateurs de trier les noms découverts, de valider les choix effectués et même de déterminer l'origine des idées. Ils peuvent ainsi fournir très rapidement au « client » le résultat du travail des participants à la séance de brassage d'idées. Cependant, ces données ne suffisent pas pour analyser de manière réflexive le processus d'élaboration de ces idées, c'est-à-dire la façon dont s'est déroulée la séance afin d'améliorer éventuellement le protocole utilisé.

Pour cela, les sociologues utilisent traditionnellement les enregistrements audio/vidéo ou leur transcription. Ces enregistrements sont de nature riche mais fondamentalement « analogique » au sens où ils ne sont que difficilement analysables automatiquement sans une transcription manuelle préalable. En effet, les systèmes de reconnaissance de parole n'ont pas aujourd'hui les performances suffisantes, dans le contexte d'usage d'une *smart-room*, où l'environnement est bruité par les ventilations des divers dispositifs utilisés. Tout au plus, il est possible d'utiliser des systèmes d'aide à la transcription (e.g. TransEdit développé par Carnegie Mellon University ou Transcriber, développé par la Direction Générale pour l'Armement). Les systèmes complètement automatiques ayant des performances suffisantes sont principalement les systèmes de détection de tours de parole. En outre, les transcriptions manuelles, lorsqu'elles sont utilisées, sont sujettes aux erreurs d'interprétation.

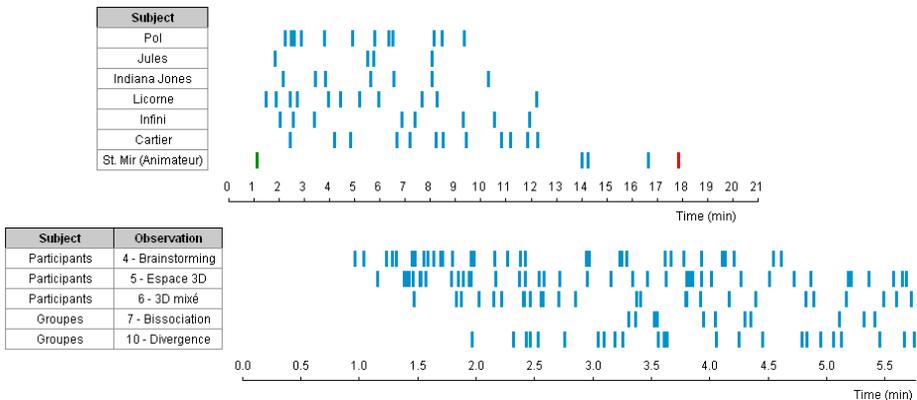
Ainsi, nous avons choisi d'outiller non seulement la *smart-room* par l'AGORASuite, mais aussi les outils de la *smart-room* par un système de récupération automatique de traces en temps réel. L'AGORASuite dispose en effet d'une fonction d'extraction des tops de début et de fin d'exercice, de même que des idées émises par les participants. Ces données sont envoyées en temps réel sur un bus de données. Toute application sur le réseau peut alors avoir accès à ces données. Ce

peut être une application de visualisation utilisée par des sociologues analysant le processus (éventuellement dans une autre pièce derrière une glace sans tain), ou comme dans notre cas, d'un outil automatique d'annotation.

La technologie mise au point, Usybus (USability data BUS), se base sur le bus logiciel Ivy (Buisson *et al.*, 2002). Elle permet à l'AGORAServeur de publier les informations sans se soucier de l'usage qui en est fait ni du nombre d'agents à l'écoute sur le bus. Usybus encapsule un grand nombre des concepts de Ivy pour fournir une interface de programmation très simplifiée et un typage des données émises sur le bus. Pour notre expérimentation, quatre agents Usybus étaient utilisés (tous ces agents sont réutilisables sans paramétrage d'une séance à l'autre) : (a) l'AGORAServeur comme émetteur, (b) un agent moniteur permettant de surveiller le fonctionnement du bus et de suivre l'évolution de l'exercice, (c) un agent transcripteur, interprétant et traduisant les idées émises en annotations, et (d) un agent enregistrant en temps réel les annotations pour le logiciel d'analyse que nous avons utilisé : Noldus™ The Observer®.

Noldus™ The Observer® (Noldus, 2005) est un logiciel commercial permettant l'annotation des comportements des utilisateurs. Les annotations sont traditionnellement entrées au clavier par un évaluateur en temps réel ou *a posteriori* à partir de la relecture d'un document audio/vidéo. Il est aussi possible d'importer des fichiers d'annotations. Le logiciel synchronise les annotations avec le flux audio/vidéo. Ce logiciel permet également d'effectuer sur les annotations des analyses statistiques, ce qui en fait son principal intérêt dans notre cas. Nous avons ainsi utilisé le logiciel au cours des séances de créativité à la fois pour enregistrer les séquences audio/vidéo mais aussi pour enregistrer les interventions des participants sous forme d'annotations. Le logiciel n'étant pas particulièrement « ouvert » nous avons dû le « patcher » afin de permettre ce type d'annotation automatique en temps réel.

- Parmi les résultats obtenus, nous avons extrait des annotations enregistrées des statistiques générales sur le nombre d'idées par participant et par exercice, indiquant ainsi le « flux » d'idées selon les exercices et les consignes. En outre, afin d'étudier la progression de l'activité des participants, nous avons réalisé des analyses de la répartition au cours du temps des idées émises (figure 12).



**Figure 12.** Répartition au cours du temps des idées émises par les participants. Chaque barre verticale représente une idée émise. En haut, exemple d'un exercice pour chaque participant pris individuellement. En bas, extrait pour tous les participants et tous les exercices.

Ces résultats sont en cours d'analyse plus approfondie par des sociologues, mais on peut déjà remarquer quelques tendances. En effet, il apparaît que les idées émises le sont surtout au début de l'exercice, puis leur flux diminue jusqu'à la fin de l'exercice. *A priori*, cela laisserait supposer que la durée des exercices pourrait être réduite. Cependant, le rapport entre le nombre d'idées et leur intérêt n'est pas forcément linéaire. C'est pourquoi des analyses prenant en compte *a posteriori* la pertinence des idées émises est nécessaire.

## 8 Conclusion

Notre démarche intégrative, représentée à l'aide de moments fondés sur des primitives réutilisables est un début de réponse à la question des représentations des connaissances et des méthodes d'une part et de l'organisation du processus de conception d'autre part. Dans ce modèle, l'organisation se négocie à tout instant dans le processus. Les connaissances utiles peuvent être pré-requises, utilisées dans un moment et capitalisées pour la suite ou pour un nouveau processus. Nous n'avons répondu qu'à certaines questions qui rejaillissent au centre du processus de conception :

- Comment travailler dans un milieu multi-culturel ?
- Comment coopérer ? Avec quelle(s) stratégie(s) ?
- Comment gérer les conflits ?
- Comment synthétiser les résultats d'étape ?
- Comment capitaliser ?
- Comment apprendre ?

Ces problèmes peuvent être posés sur l'axe des représentations sociales, économiques et cognitives des utilisateurs vis-à-vis des autres acteurs du groupe de conception, des utilisateurs entre eux et de leurs points de vue sur les artefacts. En d'autres termes cela sous-tend les questions de :

- L'ancrage socio-économique des différents types d'utilisateurs (lui-même concepteur, client, usager, acheteur, fournisseur),
- Les représentations socio-cognitives des acteurs sur les utilisateurs et réciproquement ainsi que sur le processus de conception lui-même,
- Les représentations cognitives des utilisateurs sur les artefacts (perception, raisonnement, croyances, attitudes, évolution des connaissances, apprentissage).

Dans cet article nous avons aussi présenté notre contribution à l'instrumentation de séances de conception participative orientée usage. Cette contribution se situe à trois niveaux :

- 1) Nous avons mis en œuvre un environnement de gestion de la connaissance sur le processus de conception participative orientée usage. Cet environnement nous permet de capitaliser et ainsi réutiliser l'expérience acquise des anciens projets pour en définir de nouveaux.
- 2) Nous avons développé une suite d'outils d'aide à l'exécution d'un moment, le « Brassage d'idées ». Ces outils apportent une aide significative à l'exécution du moment, notamment au niveau de l'automatisation du traitement des résultats. Ces outils sont intégrés dans l'environnement précité.
- 3) Nous avons mis en place un système automatisé permettant l'analyse réflexive de l'activité des participants lors de l'usage de ces outils. Nous pouvons ainsi évaluer finement la pratique des outils lors des moments, et

en conséquence, amender si besoin notre connaissance sur les moments, laquelle sera capitalisée.

Les modèles et outils mis en œuvre dans ce projet ont montré que le cycle capture → observation → conceptualisation → capitalisation est possible et instrumentable dans un contexte industriel. Ces systèmes ont été utilisés chacun lors de deux projets réels au minimum. Nous avons ainsi un premier retour d'expérience sur leur usage. Nous avons mis en lumière certains éléments importants :

- L'automatisation apporte une aide significative mais à un coût très important lors des phases de développement. Ainsi, dans la mesure du possible, nous avons cherché à paramétrer des outils du commerce plutôt qu'à re-développer un nouveau système. En outre, même si le coût au départ est important, on estime que l'usage de l'automatisation s'amortit sur un ensemble relativement limité de projets (moins d'une dizaine).
- La définition des modèles (des moments, des exercices, des traces) est l'étape la plus importante et la plus délicate de notre démarche. Elle est nécessaire à l'établissement des systèmes d'information et outils. Elle se base sur des méthodologies connues mais dont il est nécessaire d'extraire la connaissance. En outre, l'établissement des outils, par leur caractère formel nous oblige à préciser les modèles, le plus souvent de manière incrémentale.
- La capitalisation des connaissances est le liant de notre démarche.

Ces travaux vont se poursuivre selon plusieurs axes :

- La capitalisation des connaissances sur les processus de conception se poursuit en parallèle du développement de nouvelles méthodes et outils. Elle s'enrichit au fur et à mesure des projets et des nouvelles méthodes développés.
- Nous constatons une évolution de la pratique consécutive à l'usage d'un outil, en augmentant les possibilités offertes pour un même moment. Nous souhaitons analyser plus finement cette influence.
- Les liens de notre approche avec le *Design Rationale* sont à préciser (Moran et Carroll, 1996). En effet, les transitions qui capitalisent les décisions prises lors du processus de conception peuvent constituer un corpus intéressant d'étude de ce processus de décision.

## Remerciements

Ce travail a été réalisé avec la participation de l'ensemble de l'équipe MultiCom du laboratoire CLIPS-IMAG et de l'équipe DICAU de la MSH-Alpes, engagées dans le projet COUCOU que nous remercions chaleureusement.

## Bibliographie

- Boy, G (1988). *Assistance à l'opérateur, une approche de l'intelligence artificielle*. Éditions Teckna.
- Béguin, P. (2003). Design as a Mutual Learning Process between Users and Designers. *Interacting with Computers*, Vol. 15, no. 5, 709-730.

- Buisson, M., Bustico, A., Chatty, S., Colin, F.R., Jestin, Y., Maury, S., Mertz, C., Truillet, P. (2002). Ivy : Un bus logiciel au service du développement de prototypes de systèmes interactifs. In *14<sup>e</sup> conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine (Poitiers, France, 2002)*, ACM Press, 223-226.
- Caelen, J. (2004). *Le consommateur au cœur de l'innovation*. CNRS Sociologie. CNRS Éditions, 210 p.
- Caelen, J. and Jambon, F. (2004). Conception participative par « moments ». In *16<sup>e</sup> conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine (Namur, Belgique, 30 Août - 3 Septembre, 2004)*, ACM Press, 29-36.
- Cardon, D. (1997). Les sciences sociales et les machines à coopérer : Une approche bibliographique du CSCW. *Réseaux*, n°85, 13-51.
- Clarke, A. A., Smyth, M.G. (1993). A co-operative computer based on the principles of human co-operation. *International Journal of Man-Machine Studies*, 38, 3-22.
- Darses, F., Détienne, F. et Visser, W. (2001). Assister la conception : perspectives pour la psychologie cognitive ergonomique. In *ÉPIQUE 2001, Actes des journées d'étude en psychologie ergonomique*, Nantes, IRCCyN, France, 29-30 Octobre 2001, 11-20.
- Garrigou, A., Daniellou, F., Carballeda, G. et Ruaud, S. (1995). Activity Analysis in Participatory Design and Analysis of Participatory Design Activity. *International Journal of Industrial Ergonomics*, n°15, 311-327.
- Granath, J.Å., Lindahl, G.A., Rehal, S. (1996). From Empowerment to Enablement. An evolution of new dimensions in participatory design. *Logistik und Arbeit*, no 8(2), 16-20.
- Kyng, M. (1994). Scandinavian design: users in product development. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, B. Edelson, S. Dumais, J. Olson (Eds.), ACM Press, 3-9.
- Mackay, W. A. (2002). *Using Video to Support Interactive Design*. ACM-SIGCHI DVD #608026, ISBN 1-58113-516-5.
- Moran, T. et Carroll, J. (1996). *Design Rationale: Concepts, Techniques and Use*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Mindjet®. (2005). *MindManager® Pro X5*. <http://www.mindjet.com>.
- Noldus™. (2005). *Noldus™ The Observer® Video Pro*. <http://www.noldus.com>.
- RUP (2005). *The Rational Unified Process*. <http://www.rational.com>.
- Scapin, D.L. (1990). Organizing Human Factors Knowledge for the Evaluation and Design of Interfaces. *International Journal of Man-Machine Studies*, Vol. 2, No. 3, 203-229.
- Suchman, L. (1987). *Plans and Situated Actions*. Cambridge University Press.
- Suchman, L. (1996). Constituting Shared Workspaces. In Engeström Y., Middleton D. (Eds), *Communication and Cognition at work*, New York, Cambridge University Press, 35-60.