

La conception par « moments »

Jean Caelen

1. Introduction

Les chapitres précédents montrent clairement que la conception participative est un problème complexe mais que sans aucun doute il faut étendre la notion de conception participative aux dimensions sociales et économiques de l'usage en intégrant les sociologues, anthropologues et économistes dans le processus. Il est nécessaire également d'instrumentaliser davantage le processus de conception afin de donner à chacun 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).

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 la chaîne. 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 un ensemble de moyens doit être mis en œuvre : bases de connaissances, moyens de communication, formation, outils de travail en groupe, outils de management, etc. : c'est le propos de ce chapitre.

2. Outils d'observation de l'activité

Les outils d'observation sont nécessaires pour analyser l'activité des acteurs pendant les séances de conception collective. A partir des résultats d'observation il sera possible de proposer des outils d'aide ou d'assistance. 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 5 parties : l'activité déployée pendant les séances collectives, l'usage des instruments et outils proposés en séance, l'activité de dialogue, les rôles joués à leur insu ou non par les acteurs et enfin les connaissances mises en œuvre par les différents acteurs.

Cela conduit à la grille suivante :

Activité

- Contexte
- Objectifs et buts
- Moments et phases, jalons éventuels
- Déroulement et stratégies : convergence / divergence, essais / erreurs, fins / moyens
- Structuration de la tâche : étapes / résolution de problèmes / planification
- Type d'activité privée / collective / publique

Usage des instruments

- Le tableau tactile (espace de travail partagé)
- Les instruments du tableau (doigt, stylo, système de reconnaissance)
- La table de conception
- Les instruments de la table de conception
- Papier, stylo, notes personnelles
- La tablette graphique distribuée à chaque participant
- Le PC, le pocket PC de l'animateur
- La mobilité, la position des acteurs par rapport aux instruments
- Les moyens de communication à distance

- Les moyens de recherche d'information

Dialogue

- Prise de parole (séquentielle, parallèle, aléatoire)
- Type de dialogue : débat, discours, négociation, jugement
- Stratégies de dialogue : directif, réactif, coopératif, constructif, négocié
- Stratégies de reprise, de contournement, de clarification, de focalisation / désambiguïsation

Rôles

- Initiative (partagée, dirigée)
- Jeux de rôles (animateur, ingénieur, utilisateur) et faces (dominant, dominé)
- Compétences implicites / explicites / affirmées / revendiquées
- Règles sociales du groupe
- Attitudes (passive, active, émotive, rationnelle)

Connaissances

- Objets (technique, spécialisé, banal)
- Concepts (domaine, sens commun)
- Thèmes (scientifique, technique, vie quotidienne)
- Référents aux mondes d'arrière-plan (tâche, situation, imaginaire, vécu)

Un exemple : conception d'un système innovant, le Stylocom

Nous avons appliqué la grille ci-dessus pour observer des séances de conception. C'était à propos d'un stylo communicant (projet RNRT réunissant un consortium d'industriels CEA/LETI, FT R&D, STM et HP d'une part et de chercheurs CLIPS et MSH d'autre part) qui doit permettre d'écrire en même temps qu'enregistrer la trajectoire de la plume dans l'ordinateur via des capteurs, une mémoire, un système de traitement et de transmission sans fil, le tout étant logé dans le corps du stylo. Le processus de conception présente de nombreux *moments* (cette notion sera définie plus loin), nous avons choisi d'en illustrer un :

Contexte : projet Stylocom, séance de conception ergonomique fonctionnelle par petits groupes. Le groupe observé comprenait deux ingénieurs-concepteurs, un utilisateur et l'animateur SHS (nommés I1, I2, U, A par la suite, on pose $GC = \{I1, I2, U\}$)

Objectif : il s'agit de concevoir les moyens d'interaction et de commande du stylo communicant pour diverses fonctions : mise en marche, écriture, effacement, rédaction d'un courrier, etc.

Moment : il s'agit d'un travail semi-planifié, dirigé par l'animateur

1. Synthèse de la séance précédente, attendus et prérequis, la présentation prend l'aspect d'un discours illustré par un document de type présentation. Il y a peu de commentaires de GC,
2. Instructions pour la séance : méthode proposée par A = semi-dirigée. Pas de contestation de GC mais demande de précision sur les tâches à faire,
3. Exemple fourni et commenté par A à partir d'une vidéo pour illustrer une tâche à faire,
4. Constitution des groupes par A,
5. Mise en place technique,
6. Explication des moyens techniques à disposition et essais par les participants,
7. Séance de travail au tableau avec maquette virtuelle,
8. Séance de travail sur table avec maquette physique,
9. Film de scénarios avec jeu d'acteurs.

Structuration des tâches : organisation séquentielle avec minutage lâche. Les résultats d'étapes ne sont pas toujours synthétisés. Parfois il y a un retour à la tâche précédente (en

biseau) car l'un des GC paraît gêné par le changement brusque de tâche. Partage des tâches courtes. Les tâches longues sont divisées et la distribution se fait naturellement sans négociation. La tâche 9 est très particulière, il s'agit de mimer l'utilisation avec un acteur pris dans GC et de le filmer. Dans ce cas une sous-tâche conjointe vient se greffer : la répétition du jeu de rôle en même temps que le jeu lui-même

L'activité est collective. GC ne prend pas de notes privées. Il y a des apartés entre GC.

Usage des instruments et dialogue :

1. les manipulateurs se succèdent séquentiellement au tableau au début. Pas de problème de conflit apparent. GC débattent avec dessin et gestes (avec stylo ou au doigt). Initiative partagée
2. Entrelacement de tâches de conception et de tâches de type essai-erreur d'apprentissage du tableau. Avec le temps GC s'enhardissent : utilisent gomme, fonctions plus complexes. Pas de difficulté apparente dans l'utilisation du tableau, pas de commentaires à haute voix à ce sujet
3. Besoin d'une maquette physique (GC prennent leur propre stylo pour suppléer ce manque)
4. A n'a pas d'instrument. Il prend des notes sur papier.
5. Pour la maquette physique usage du matériel fourni : stylo, papier, gommettes, ciseaux. L'objet passe de main en main puis spécialisation de la tâche par division du travail

Position : statique autour du tableau, assis ou debout. Le plus près du tableau est favorisé pour la manipulation. Puis très statique autour de la table.

Rôles : les ingénieurs-concepteurs jouent parfois le rôle d'utilisateur. Un GC se spécialise dans la manipulation du tableau, les autres regardent et commentent ou donnent des ordres. A doit être compétent dans la tâche pour pouvoir suivre la conversation, synthétiser les points d'étape, etc. Le même GC se spécialise ensuite pour la manipulation de la maquette physique. Ainsi naturellement GC le choisit encore pour le jeu d'acteur. A joue le rôle de metteur en scène, de manière assez directive. Lorsqu'il quitte son rôle l'acteur demande du soutien au GC

Faces : il se dégage un manipulateur naturellement. Le manipulateur n'est pas le dominant du GC. Les I prennent le contrôle petit à petit par leurs connaissances : car U a rapidement vidé ses arguments et n'en a plus à proposer. Les I posent des questions à U de temps en temps pour confirmation.

Dialogue de conception : autour d'un débat argumenté et de type *résolution de problème* : une solution est présentée, un contradicteur s'oppose, le proposant ré-argumente éventuellement appuyé par un GC. L'argumentation est de type *sens commun*, souvent *auto-référentiel*. Arguments aussi de type spécialisé (ici technique) pour finir de convaincre (en utilisant des arguments que les autres ne peuvent pas contester du fait de leur incompétence). L'animateur se mêle au dialogue pour relancer ou pour faire converger la résolution de problème. Peu d'incidences dans le dialogue ou dans les thèmes de la conversation, le dialogue s'organise sur l'axe régissant. Les références sont souvent tirées dans l'arrière-plan du vécu personnel. Il y a quelques arguments de type affectif. Il y a des mimes de situations imaginées

Dialogue de construction de la maquette : peu de verbal, peu d'arguments surtout des remarques, des suggestions ou des conseils. Il s'agit de faire. Apparition d'un *objet intermédiaire partagé* (visuellement et au plan tactile). Echange de savoir-faire, division du travail. Echanges verbaux entre ceux qui ne manipulent pas, ils peuvent mimer gestuellement ce qu'il faudrait faire. Les arguments sont de type pragmatique (raison pratique ou opératoire)

Dialogue d'acteur : l'acteur joue et parle. Il y a un débat sur comment jouer et quoi dire. A dirige le débat du comment jouer, GC contrôle le quoi dire, il y a négociation. Il y a de nombreuses incidences, le jeu s'entremêle avec l'apprentissage du jeu

Prise de parole : bien équilibrée (le groupe est petit)

Connaissances : pas de problèmes de compréhension des concepts en conception fonctionnelle. La maquette physique devient le centre des représentations partagées. L'imaginaire se stabilise (il était plus fort devant l'objet virtuel). La maquette physique marque un lieu d'accord, c'est très convaincant pour GC. La maquette physique apporte des éléments perceptifs, poids, fatigue, commodités qui n'apparaissent pas à la conception fonctionnelle. A la fin de la session GC ne se souviennent pas bien des options qu'ils ont prises au début (choix de conception notamment qu'ils peuvent remettre en cause sans s'en rendre compte). Les connaissances sont de type savoir-faire. On est dans l'action située. Pas de référence aux mondes d'arrière-plan mais seulement à la situation.

Résultats : une méta-structure possible ?

L'exemple précédent ne reflète évidemment qu'une situation très particulière et sa valeur de généralité en soi est très réduite, mais il montre qu'un moment de conception peut certainement se découper en sous-moments ou *primitives* comme : i) Informer les participants. ii) Consulter les participants pour déterminer les thèmes autour desquels la discussion aurait lieu. iii) Faire la synthèse de tous les thèmes recueillis et choisir quelques-uns que les participants illustreraient. iv) Réunir les participants pour une première *réflexion collective*. v) Demander aux participants de choisir des situations représentant des impressions collectives. vi) Réunir les participants pour une deuxième réflexion collective où ils présenteraient les situations illustrant leurs impressions collectives à un autre groupe ou à un professionnel en dehors du groupe.

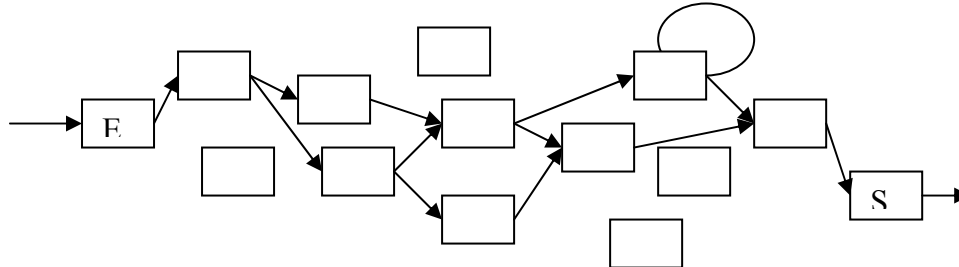
3. Organisation du cycle de conception en moments

Il existe différentes manières d'organiser un processus de conception : cycle en V, cycle spirale, etc. Il ne s'agit pas 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. Si donc on veut rester à un niveau générique pour la plate-forme, il faut instrumenter des *primitives de conception*, et elles seules.

Au cours du travail de conception participative on est amené à mettre en place des techniques de travail de groupe qui ne sont pas propres spécialement au travail de conception. Le travail de conception passe néanmoins par des *phases de conception*, et ce travail peut être représenté par un modèle de tâche. Il ne faut simplement pas confondre l'activité qui se déroule lors de certains moments de conception, de l'activité de conception proprement dite. On ne peut en

effet proposer des outils que pour les moments de la conception et non pour un processus générique et général de conception.

Le processus de conception le plus générique possible peut être modélisé par un graphe de moments dont les nœuds représentent les moments et dont les arcs représentent les transitions entre deux moments. L'enchaînement des moments se négocie entre les acteurs sous certaines conditions.



Exemple de processus de conception : le premier état E est l'entrée dans le processus, le dernier est la sortie. Le temps se déroule de gauche à droite.

Définitions

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

Phase : est un point de passage de la conception ou un moment particulier situé dans le temps. La notion de phase renvoie à celle de chronogramme et partant, à celle d'organisation temporelle du projet de conception.

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

Exemple :

Primitives = { brassage d'idées(x), sélection d'idées(y) } x, y sont les arguments de ces primitives

Et

brassage d'idées(x) SEQ sélection d'idées(y) => moment = { séance de créativité }

ce moment prend un sens dans le processus de conception si l'objet du brassage d'idées et de la sélection d'idées est non seulement le même (x=y), mais également si l'objet est un élément de la conception comme un artéfact. On doit avoir x=y=artéfact. SEQ est un opérateur classique en modélisation de tâches, SEQ = séquence.

Corps d'un moment (respectivement d'une primitive) : est l'ensemble des primitives (respectivement des instructions) utilisées et organisées sous forme de procédures ou d'algorithme.

Prérequis : est l'ensemble des données nécessaires à l'exécution du corps. Ces données peuvent être assorties de conditions ou de contraintes.

Postrequis : est l'ensemble des données de sortie du moment. Elles peuvent être assorties de conditions ou de contraintes d'utilisation, ou de probabilités de préférence, ou de fonctions coût, etc.

Exemple :

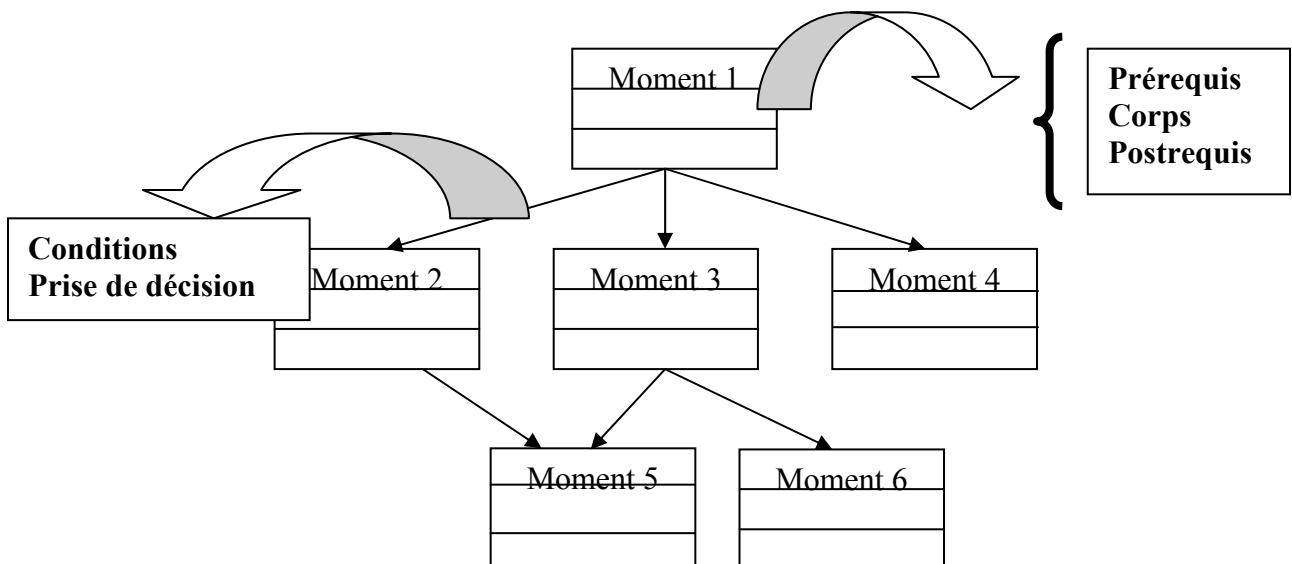
Séance de créativité(artéfact, acteurs)

Prérequis : $x=\text{artéfact}, y=\text{acteurs} \wedge \text{inscrits}(y)$

Corps : brassage d'idées(x, y) SEQ sélection d'idées(x, y)

Postrequis : $\text{artéfact}_1, \text{artéfact}_2, p(\text{artéfact}_1) > p(\text{artéfact}_2)$

Le processus de conception peut être modélisé par un graphe de moments dont les nœuds représentent les moments et dont les arcs représentent les transitions entre deux moments. L'enchaînement des moments se négocie entre les acteurs sous certaines conditions.



4. Représentation formelle d'un moment (respectivement d'une primitive)

Un moment (ou une primitive) peut être défini par une structure « objet » comprenant :
Id : l'identificateur du moment (ou de la primitive¹). Cet identificateur doit être unique sur l'ensemble des moments spécifiés (mais on peut définir en supplément un identificateur codé unique permettant de distinguer les moments, par exemple en fonction de leur thématique (économie, sociologie, ergonomie, etc.)).

[f] : une fonction d'application du moment (ex. [1] une fois [Σ sessions] cumul de sessions)

Des arguments :

- Objet du moment, but ou objectif (Il s'agit d'une description longue (quelques lignes) en langage naturel du moment précisant la description courte de l'identificateur du moment)
- Acteurs en présence pendant ce moment. Il s'agit des acteurs dont la présence est nécessaire au bon déroulement du moment. Il peut y avoir des acteurs optionnels, ou un nombre d'acteurs du même type, ou encore plusieurs configurations possibles. **La façon dont elle est utilisée la rapproche de la sémantique des pré-requis, en effet, ce sont les acteurs « nécessaires » au moment.** Afin de préciser et éventuellement d'outiller les moments il serait intéressant de 1) définir un ensemble structuré et si possible exhaustif d'acteurs ou de catégories d'acteurs possibles et 2) de définir pour chaque catégorie d'acteurs leur nombre minimum, maximum et typique pour le bon déroulement du moment.

¹ Pour la suite on ne rappelle plus systématiquement le concept primitive dans les définitions en lieu et place de moments

- Entrée ou prérequis (comme objets de la conception, artefacts, outils, connaissances, etc.)
- Procédure ou corps (comme traitement, enregistrement, archivage, consignes, etc.)
- Sortie ou postrequis (comme documents, relevé de décisions, moments suivants, etc.)

Il semble intéressant de distinguer plusieurs types de pré-requis et post-requis : 1) l'existence et la modification de documents ; 2) les matériels et méthodes et 3) les acteurs. En fait seul 1) devrait être retenu car 2) et 3) ne font pas partie usuellement des post-requis. On peut ramener certaines contraintes temporelles sur les pré ou post-requis.

Le séquençage des moments de conception est principalement basé sur les pré- et post-requis. En effet, les raisons qui autorisent la tenue d'un moment sont principalement liées à l'existence d'un certain type de document. Certes, la présence d'acteurs, de matériel et méthodes, d'événements est aussi spécifiée, mais elle ne semble pas revêtir un caractère fondamental car ces pré-requis sont considérés plus comme des ressources de travail que comme des éléments déterminant le séquençage du processus de conception.

5. Représentation formelle d'une transition

Une transition est un lien entre moments qui peut être défini par un « objet » comprenant :

Id : l'identificateur de la transition

Des arguments :

- Conditions à satisfaire
- Choix ou décision
- Paramètres à transmettre

Cette représentation graphique des moments et de leurs transitions se rapproche des modélisations des « Workflow ».

Reste à évoquer la présence de contraintes de précédence explicites au sein des corps des moments et primitives : SEQ, OU, ET, SI, etc. Ces contraintes ne sont probablement pas toujours pertinentes. On peut supposer que dans la majorité des cas, elles sont redondantes avec les pré- et post-conditions. En effet, ces contraintes peuvent être modélisées par les pré- et post-requis :

- SEQ : il y a séquence entre deux moments si les post-requis du premier correspondent aux pré-requis du second
- OU : il y a alternative lorsque deux moments proposent des post-requis similaires
- ET : et y a séquençage libre lorsque deux moments lorsque ces deux moments concourent, par leurs post-requis à la satisfaction d'un pré-requis d'un moment postérieur sans que leur séquençage à eux (défini par leur pré-requis) soit interdépendant.
- SI : une condition peut se modéliser dans un pré-requis

6. Remarques et discussion

La structuration hiérarchique des moments repose sur trois concepts : les phases, les moments et les primitives.

La notion de « Phase » n'a pas été explicitement utilisée dans les exemples. On peut la voir comme une étape ou bien un *milestone*, c'est-à-dire un point dans le processus de conception où l'on dispose d'un certain nombre de documents clés ou contractuels. À ce titre on pourrait voir la phase comme un groupe de moments représentant un tout cohérent du point de vue du

cycle de conception. Ainsi la phase occuperait le même rôle vis-à-vis du moment que le moment vis-à-vis de la primitive, proposant ainsi une ébauche de structuration hiérarchique entre phases, moments et primitives.

Le « Moment » est le concept central. Actuellement, un moment ne peut être constitué, dans la procédure du corps, que de primitives définissant ainsi une hiérarchie à trois niveaux : Phases – Moments – Primitives. Selon les besoins, il serait intéressant de généraliser la structure des moments à n niveaux en permettant ainsi la composition de moments dans les moments.

La « Primitive » est le concept de plus petit niveau d'abstraction. En effet, d'après sa définition, elle constitue un élément atomique. Elle a une particularité qui rend sa modélisation délicate : elle est instanciable à l'aide de paramètres. Cette instanciation est un point à préciser.

Dans une optique de simplification, il serait souhaitable d'uniformiser les attributs de spécification des Phases, Moments et Primitives. Dans cette optique, seuls deux moments seraient nommés de manière particulière : ceux de plus haut niveau (les phases) et ceux de plus bas niveau (les primitives).

Clairement, dans le cas qui nous occupe, la notion de concept manipulé, et plus précisément de document semble primordiale. C'est pourquoi la modélisation du monde, c'est-à-dire principalement les documents échangés, revêt une importance primordiale. Un réel effort de modélisation doit être porté de ce côté.

Si l'on pousse la réflexion un peu plus loin, on peut même envisager de modéliser les moments comme des documents en proposant une approche ressemblant aux processus industriels de « workflow » associés aux concepts de la « gestion électronique de documents » et du « groupware ».

Exemples de moments

Les moments de la conception, utilisent des méthodes de travail (ou de conception), comme par exemple :

- Le brassage d'idées (brainstorming) : c'est une technique qui permet de sortir du cadre habituel de la conception linéaire, en faisant apparaître de nouvelles options, de nouveaux concepts ou de nouvelles directions de recherche. Il permet surtout de poser des problèmes, d'exprimer des désirs, de canaliser des besoins, mais pas d'apporter des solutions. Il implique des petits groupes, qui travaillent sur des thèmes précis et dans des temps limités. Il y a souvent une unité de lieu. L'objectif est de générer le plus d'idées possibles, sans émettre de jugement sur la faisabilité, l'originalité ou la cohérence. Vient ensuite une autre phase de sélection d'idées, dans laquelle les idées ont été archivées, classées et les meilleures sont discutées. Ce brassage d'idées peut se faire à différents moments de la conception et avec diverses variantes (par exemple la maître de séance peut opérer par étapes planifiées QOCC (quoi, quand, où, comment, combien) et/ou minutées et/ou avec confidentialité entre individus). Ce brassage d'idées est souvent suivi d'un tri d'idées (par exemple avec un système de notation collectif) et d'une prise de choix avec consensus.
- L'analyse fonctionnelle : d'après la norme AFNOR NF X 50-151, l'analyse fonctionnelle est une démarche qui consiste à rechercher, ordonner, caractériser, hiérarchiser et / ou valoriser les fonctions du produit attendu par l'utilisateur. L'analyse

fonctionnelle s'applique à la création ou à l'amélioration d'un produit, elle est dans ce cas l'étape fondamentale de *l'analyse de la valeur*. Appliquée au seul besoin, elle est la base de l'établissement du Cahier des Charges Fonctionnel Besoin. L'analyse fonctionnelle révèle les fonctions associées au besoin réel, ce qui permet de limiter les évolutions ultérieures du besoin exprimé aux seules évolutions du besoin réel. L'analyse fonctionnelle laisse ouvert le choix des solutions. On permet ainsi une meilleure adéquation entre les concepts de solution qui apparaîtront et le besoin exprimé. L'analyse fonctionnelle encourage la créativité en ne limitant pas les recherches aux seules solutions existantes. A partir d'un groupe de travail, l'analyse fonctionnelle organise les échanges entre acteurs d'un projet et limite les contentieux ultérieurs. Pour mener à bien l'analyse fonctionnelle, il convient de : (a) bien choisir le groupe de travail qui doit être composé de 4 à 8 participants permanents, (b) choisir un rapporteur de séance, (c) établir le calendrier des réunions, (d) organiser la communication à l'intérieur du groupe de travail : comptes-rendus de réunion, diffusion du résultat.

- L'analyse de la valeur : La norme NF X 50-150 définit l'Analyse de la Valeur comme étant une « méthode de compétitivité, organisée et créative, visant la satisfaction du besoin de l'utilisateur par une démarche spécifique de conception à la fois fonctionnelle, économique et pluridisciplinaire ». Fonctionnelle parce que l'AV formalise le problème en termes de finalités et non en terme de solutions. A caractère économique parce que l'AV estime les coûts liés aux fonctions ou solutions retenues. Pluridisciplinaire parce que l'AV associe les intervenants grâce à la constitution d'un groupe de travail appuyé si nécessaire par les services opérationnels et piloté par un animateur. Les choix appartiennent au décideur. Cette démarche permet de prendre en compte les opportunités du marché, l'évolution de l'environnement et les techniques possibles. Elle se caractérise par : (a) un examen critique des éléments existants, (b) une progression itérative, (c) l'intégration d'outils et moyens pour l'évaluation, (d) un plan de travail adoptant une démarche systématique, organisée et participative, (e) l'adhésion des participants.
- La conception de scénarios : c'est une technique de recadrage (dans laquelle on peut utiliser de nouveau une technique de brassage d'idées) mélangée à une technique de réflexion et d'analyse qui produit des scénarios de conception. Ces scénarios sont illustrés par des maquettes intuitives (dite de basse fidélité) ou des simulations par magicien d'Oz. L'intérêt est de les jouer en fin de séance et de les enregistrer pour étude ultérieure, ce qui permettra ultérieurement une discussion finale, puis la rédaction d'un cahier des charges fonctionnel.
- L'évaluation cognitive (*cognitive walkthrough*) : c'est une technique de validation qui a pour support soit des maquettes basse fidélité qui illustrent les propositions de design issues des phases précédentes soit des méthodes de travail issues d'une analyse de l'activité. L'utilisateur est souvent convoqué dans cette phase. L'objectif est essentiellement de lever les derniers problèmes mais pas de donner les solutions définitives. C'est une phase de critique qui doit être aussi positive que possible.
- Le prototypage : c'est une technique de développement rapide d'une maquette haute fidélité. La puissance des outils actuels permet de rendre cette phase très performante et d'obtenir des maquettes très réalistes. Il y a un grand intérêt à convoquer les graphistes à ce moment de manière à travailler sur une maquette réaliste. Il faut veiller à un prototypage modulaire de façon à permettre un développement ultérieur itératif. Ainsi l'on pourra évaluer les systèmes intermédiaires dans des conditions très proches des situations réelles et conformément aux évolutions préconisées par les utilisateurs au cours du développement.

- Les tests utilisateurs : ils sont de deux types, (a) avec des échantillons réduits d'utilisateurs ou même par simple inspection en cours de développement pour évaluer l'utilisabilité du système, (b) avec des échantillons significatifs en fin de développement pour évaluer l'acceptabilité générale, les performances et la fiabilité du système.

Exemples de primitives

- Informer avant la séance de conception participative
- Informer après la séance
- Réunir les acteurs pour une séance
- Sélectionner un panel d'utilisateurs
- S'inscrire à une séance de travail
- S'inscrire à un groupe de travail
- Echanger des informations en séance
- Rechercher des informations externes en séance
- Débattre en séance
- Brasser une idée
- Valider une idée en groupe
- Valider un scénario
- Valider une maquette
- Concevoir un scénario
- Co-concevoir
- Remplir un questionnaire
- Répondre à une enquête
- Evaluer un concept
- Evaluer une maquette
- Expertiser
- Consulter un expert ou un membre extérieur
- Consulter un utilisateur
- Interviewer un utilisateur
- Décider de manière consensuelle
- Décider de manière dirigée
- Rédiger une note, un document
- Jouer un scénario
- Simuler une interaction
- Etc.

Exemples :

Primitive Validation CCFI (acteurs, entrée, sortie)

- Acteurs : animateur(1), utilisateurs(Nu)
- Entrée : CCFI
- Procédure : Envoi(animateur, utilisateurs(Nu), CCFI) SEQ Envoi(utilisateurs(Nu), animateur, accusé-réception(Nu)) SEQ Envoi(utilisateurs(Nu), animateur, CCFI-validé(Nu))
- Méthode : travail individuel
- Sortie : CCFI-validé(Nu), accusé-réception(Nu)

Contraintes : (durée < 2 semaines)

Primitive Synthèse document (acteurs, entrée, sortie)

- Acteurs : membres(N)

- Entrée : document(N)
- Procédure : IT ((si N > 10 alors faire groupes de travail) SEQ Choix(rédacteurs) SEQ Organiser_rédaction SEQ Rédiger)
- Méthode : rédaction en séance
- Sortie : document_synthèse

Contraintes : (durée < 2 heures)

Primitive Communication document (acteurs, entrée, sortie)

- Acteurs : animateur, membres(N)
- Entrée : document
- Procédure : Envoi/animateur, membres(N), annonce) SEQ Extraction(membres(N), document)
- Méthode : communication par mail avec dépôt sur site
- Sortie : trace_extraction(N)

Contraintes : (durée < x jours)

Primitive Collecte document (acteurs, entrée, sortie)

- Acteurs : animateur, membres(N)
- Entrée : document(N)
- Procédure : Envoi/animateur, membres(N), annonce) SEQ Envoi(membres(N), animateur, document(N))
- Méthode : communication par mail avec dépôt sur site ou document attaché
- Sortie : trace_reception(N)

Contraintes : (durée < x jours)

Primitive Convocation réunion (acteurs, entrée, sortie)

- Acteurs : animateur(1), membres(N)
- Entrée : salle, date, heure, durée
- Procédure : Envoi/animateur, membres(N), convocation) SEQ Envoi(membres(N), animateur, accusé-réception(N))
- Méthode : communication par mail
- Sortie : accusé-réception(N)

Contraintes : (durée < 1 semaine)

Primitive Sélectionner panel (acteurs, entrée, sortie)

- Acteurs : animateur(1), ergonome(1), ingénieurs(Ni)
- Entrée : critères(Nc), profils_utilisateurs, Carnet-adresses
- Procédure : Choix(Nu) ET Sélection(utilisateur(Nu)) ET Validation_choix
- Méthode : débat collectif
- Sortie : utilisateur(Nu), feuille_présence, relevé_décision

Contraintes : (durée < 2 heures)

Etc.

Exemple d'analyse a posteriori : le milieu des contrôleurs aériens (CENA Toulouse, 2002)

Les moments ci-dessous sont tirés d'un cas réel de conception effectué au CENA en 2002, projet EPOQUES [Gaspard-Boulin, 2002]. Le processus de conception s'est déroulé autour de ces moments avec des itérations et des retours-arrières. Ce processus est significatif dans la mesure où il ne commence pas de manière classique à partir d'une « idée ».

Analyse de l'existant [Σ sessions]

- Objet : les pratiques
- Acteurs : ergonome, échantillon d'utilisateurs
- Entrée : outils et situations de travail
- Procédure : observation ET entretiens ET analyse documents et consignes de travail

- Sortie : scénarios, relevé des besoins² initiaux

Affinement des besoins [1]

- Objet : lister les besoins
- Acteurs : ergonomes, échantillon d'utilisateurs
- Entrée : maquettes papier
- Procédure : validation sur scénario
- Sortie : cahier des charges des besoins (CCB)

Conception d'un scénario [Σ sessions]

- Objet : établir les fonctionnalités du système
- Acteurs : ergonomes, ingénieurs métier, ingénieur IHM, représentant utilisateurs
- Entrée : besoins initiaux ou idée initiale
- Procédure : brassage d'idées
- Sortie : cahier des charges fonctionnel initial (CCFI)

Conception d'une interface intuitive [1]

- Objet : créer une maquette de simulation réaliste
- Acteurs : ingénieur IHM, graphiste
- Entrée : cahier des charges fonctionnel initial, recommandations ergonomiques
- Procédure : prototypage rapide
- Sortie : maquette de l'interface

Conception participative [Σ sessions]

- Objet : affiner la maquette
- Acteurs : ergonomes, ingénieurs métier, ingénieur IHM, graphiste, représentant utilisateurs
- Entrée : CCFI, maquette initiale, CCB
- Procédure : itération [brassage d'idées ET validation (ateliers par sessions de 3 jours)]
- Sortie : cahier des charges fonctionnel³ final (CCFF), maquette affinée

Evaluation utilisateur [\forall utilisateurs]

- Objet : valider les options du CCFF
- Acteurs : panel d'utilisateurs
- Entrée : maquette affinée, scénario
- Procédure : (test OU essai en situation de capture) ET questionnaires
- Sortie : rapport sur les retours d'analyse

Re-Conception participative [Σ sessions]

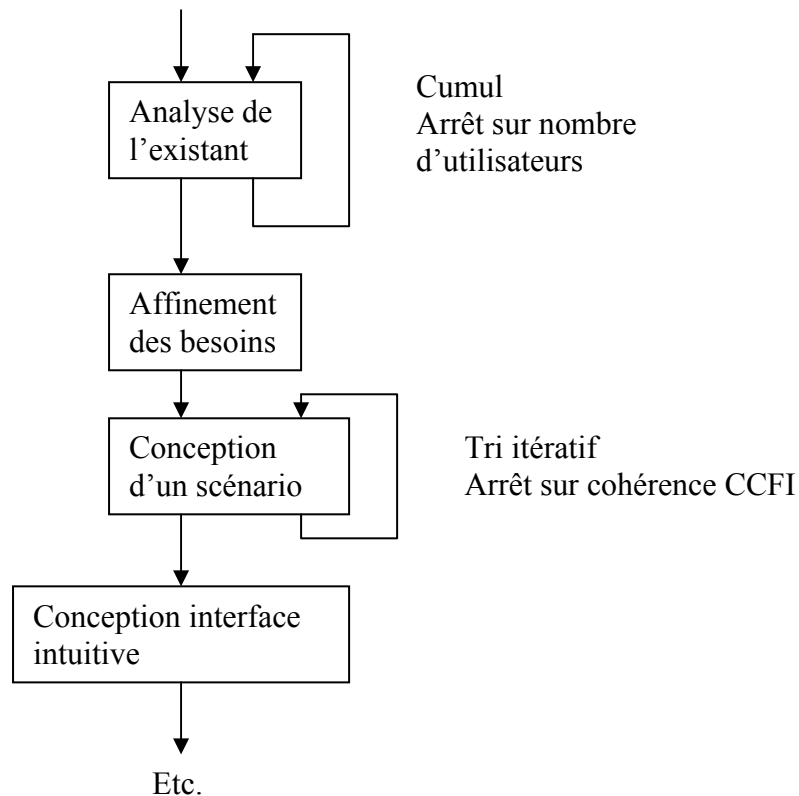
- Objet : stabiliser la maquette
- Acteurs : ergonomes, ingénieurs métier, ingénieur IHM, graphiste
- Entrée : CCFI, maquette affinée, rapport sur les retours d'analyse
- Procédure : itération [brassage d'idées]
- Sortie : Spécifications externes

Ce qui se traduit sous forme de graphe par :

² Les besoins concernent non seulement les outils mais aussi : le gain de temps, la fiabilité, la sécurité, l'harmonisation des outils et des pratiques, l'organisation du travail et des équipes, l'adaptabilité, la souplesse, l'évolutivité de la tâche et des outils, la formation, les aides, la communication à l'extérieur et à l'intérieur, etc.

³ Le Cahier des Charges Fonctionnel (CCF) d'un projet est un document par lequel la maîtrise d'ouvrage exprime son besoin pour le projet. Ce besoin doit être formulé en termes de fonctions que le futur utilisateur aura à accomplir, ou que le système devra accomplir pour lui. Le CCF permet en outre : de provoquer chez le concepteur /réalisateur (prestataire) la conception et la réalisation du produit le plus efficace, de faciliter le dépouillement des propositions des prestataires, de favoriser le dialogue entre les partenaires.

Définition AFNOR : Document par lequel le demandeur exprime son besoin (ou celui qu'il est chargé de traduire) en terme de fonctions de services et de contraintes. Pour chacune d'elles sont définis des critères d'appréciation et leurs niveaux. Chacun de ces niveaux doit être assorti d'une flexibilité.



7. Démarche intégrative

Le formalisme précédent nous a permis de proposer un modèle général et intégratif permettant d'inclure les préoccupations des sociologues 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 ci-après la formalisation d'un moment appelé « test du consentement à payer » bien connu en économie (voir chapitre 9) :

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/coût [\forall consommateurs]
- Sortie : r_i ($i=1,n$)

Test de pertinence [1]

- Objet : tester la validité de la prédiction des CP
- Acteurs : animateur, économiste, consommateurs
- Entrée : scénarios d'usage, CP_i , fonctionnalités techniques, types-consommateurs(n)
- Corps : test CP [\forall consommateurs]

- Sortie : facteur-confiance(CPi)

Calcul du prix de vente [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 : étude 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)

Conducteur pour Génération de métaphores à partir du photolangage [1]

- Objet : préparer le conducteur et définir le matériel nécessaire
- Acteurs : animateur, ingénieurs R&D, sociologue/anthropologue
- Entrée : Relevé de décision(méthode)
- Corps : Sélectionner photos SEQ Préparer les supports SEQ Réunir le matériel
- Sortie : conducteur(s), supports visuels, liste matériel, plan d'organisation de la salle

Génération de métaphores à partir du photolangage [1]

- Objet : faire foisonner les idées
- Acteurs : animateur, ingénieurs R&D, sociologue/anthropologue, utilisateurs
- Entrée : conducteur(s), supports visuels, matériel
- Corps : faire émerger les métaphores
- Sortie : liste de métaphores/concepts

Test de signification d'usage en focus group [1]

- Objet : évaluer l'acceptabilité d'un concept du point de vue de l'usage
- Acteurs : animateur, ingénieurs R&D, sociologue/anthropologue
- Entrée : liste de métaphores/concepts
- Corps : travail selon méthode CAUTIC
- Sortie : métaphore/concept enrichi par des pistes de développement

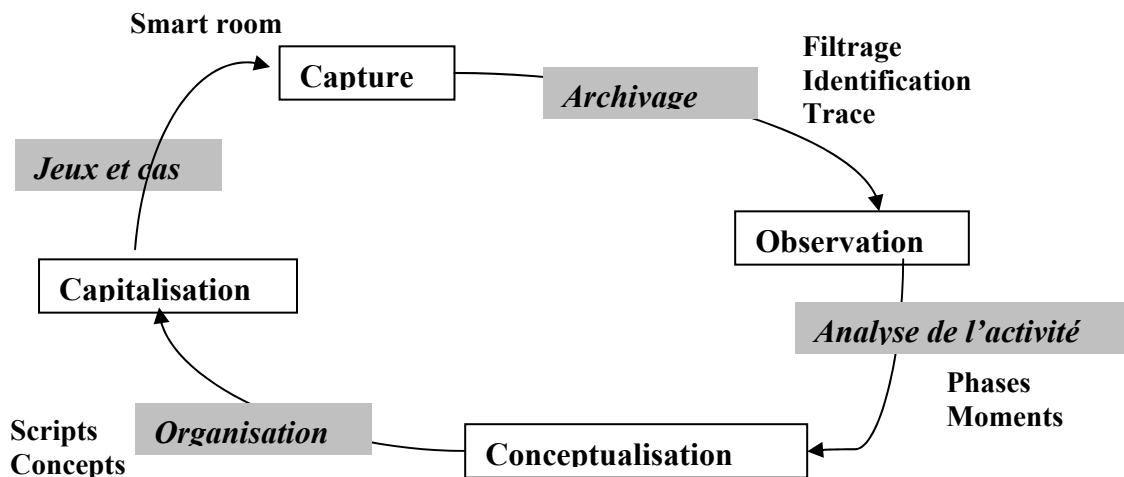
8. Vers une plate-forme d'assistance à la conception participative

L'assistance au processus de conception participative nécessite de donner des moyens d'intervention et de communication aux acteurs de la conception. Etant donné la diversité de ceux-ci et leurs niveaux de compétence très différents, il nous paraît que les séances collectives doivent être encadrées par un animateur : il facilite la communication, arbitre les conflits, gère les discussions et la progression du travail. En arrière-plan il est 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'expériences utile dans un autre processus.

Le but de la plate-forme est donc d'instrumenter les séances de travail collaboratives 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,
- un support d'échange de connaissances structurées,
- un cadre matériel de communication et de travail.

Ceci peut être schématisé sur la figure suivante :



Sur cette figure on distingue quatre opérations principales :

- La capture : les acteurs sont placés dans une salle de conception « intelligente » (en anglais smart room) équipée de caméras, écrans, micros, capteurs de présence, etc. et tous leurs faits, gestes et parole sont enregistrés,
- L'archivage : les bandes de données sont filtrées, sélectionnées, synchronisées et annotées par un observateur invisible des acteurs en cours de séance de travail,
- L'analyse de l'activité de conception : elle est effectuée selon un canevas pré-déterminé en phases et moments,
- L'extraction des connaissances : 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 (compte-rendus)
 - les conséquences attendues (moments choisis pour continuer)
 - la validation (jalons atteints, phases terminées)
 - les correctifs en cas d'impasse

Les connaissances peuvent dès lors être représentées par un objet « décision » dont la structure générale est :

- Décision
- Quand (moment μ_j , date)
 - Qui (proposé par, décidé par)
 - Objets concernés (artéfacts)
 - Critères ou contraintes à satisfaire
 - Options possibles
 - Arguments pour chaque option
 - Solution retenue
 - Explications du choix

- Conséquences attendues (moment suivant)
- Actions (tâches, contrôle, jalons, correctifs)
- Liens_base (cas, contexte)

L'usage des informations recueillies permet

- au chef de projet de négocier le processus de conception autant avec le donneur d'ordres qu'avec les acteurs en s'appuyant sur les moments enregistrés et les expériences passées,
- à l'animateur de préparer les séances de travail et d'en assurer le suivi,
- aux acteurs d'avoir une vision sur le processus et les connaissances selon leur niveau de compétence,
- à l'observateur, chargé de l'archivage et de l'annotation des enregistrements, d'avoir un cadre de référence,
- au gestionnaire de projet, d'avoir un suivi de l'évolution du projet et des besoins des acteurs,
- aux spécialistes des sciences humaines et sociales de disposer de corpus annotés.

9. Conclusion et perspectives

L'instrumentalisation de la conception et la création de plates-formes dédiées à la conception participative sont deux impératifs préalables aux recherches et au développement de services exploitables en milieu industriel. Le projet COUCOU financé par le MENRT dans le cadre RNRT est un point de départ à cette démarche.

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* (aspects socio-anthropo-ergonomiques). L'ingénierie concourante (concurrent engineering) 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 avec l'utilisateur mais concevoir avec et pour l'utilisateur. Cela oblige à affiner la notion d'utilisateur pour le faire participer à la conception « au moment opportun » : (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, démonteur,...), (c) les utilisateurs précoces qui seront impliqués comme sujets ou membres de l'équipe de conception. Tous 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).

Deux questions rejaillissent au centre du processus de conception :

- La question des artefacts
- La question du dialogue / interaction collaborative

Qui impliquent évidemment d'autres questions comme :

- 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)

Notre démarche intégrative, représentée à l'aide de moments fondés sur des primitives réutilisables est un début de réponse à la question des représentations 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 prérequis, utilisées dans un moment et capitalisées pour la suite ou pour un nouveau processus.

10. Bibliographie

- J. Caelen, (éd.) OFTA, 1996. *Nouvelles interfaces homme-machine* OFTA, Editions Lavoisier, Paris.
- D. Cardon, 1997. *Les sciences sociales et les machines à coopérer. Une approche bibliographique du CSCW*, Réseaux N°85, pp 13-51.
- A.A. Clarke, M.G.G. Smyth, 1993. A co-operative computer based on the principles of human co-operation, *International Journal of Man-Machine Studies*, 38, 3-22.
- J.Å. Granath, G.A. Lindahl, S. Rehal, 1995. "Multidisciplinary Collective Design Methods for Strategic Design of Production Systems" in Proceedings of the 13th International Conference on Production Research. Red: Dar-El, E.M., Karni, R. & Y.T. Herer. London: Freund Publishing House.
- J.Å. Granath, G.A. Lindahl, S. Rehal, 1996 From Empowerment to Enablement. An evolution of new dimensions in participatory design *Logistik und Arbeit*, no8, 1996.
- J.F. Nunamaker, 1997. *Future research in group support systems: needs, some questions and possible directions* *International Journal Human-Computer Studies*, 47
- S. Rehal, 2002. "Words and images for exploration and communication of concepts in the early stages of the design task" in Proceedings of PDC2002 at Malmö Jun 2002. Editors Binder, T., Gregory, J., Wagner, I., Malmö 2002.
- K. Schmidt, 1991. Cooperative Work : A Conceptual Framework, in J. Rasmussen, B. Brehmer, J. Leplat (Eds.), *Distributed Decision Making : Cognitive Models for Cooperative Work*, Chichester, Wiley & Sons.
- K. Schmidt, 1994a. *Modes and Mechanisms of Interaction in Cooperative Work*, RisÆ National Laboratory, DK-666 Roskilde, Denmark, March, 1994.
- L. Suchman, 1987. *Plans and Situated Actions*, Cambridge University Press, 1987.

L. Suchman, 1996. *Constituting shared workspaces*, ENGSTRÖM Y., MIDDLETON D. Eds, Communication and Cognition at work, New York, Cambridge University Press, pp35-60.