

# METHODES POUR LA CREATION DE MEMOIRES DE PROJET EN CONCEPTION\*

Laurent Karsenty\*

---

Résumé. – Le contexte économique actuel pousse de nombreuses entreprises à réutiliser des solutions développées dans des projets passés. Pour que cette activité de réutilisation se fasse dans les meilleures conditions, une mémoire de projet devrait être créée pour chaque projet. Cette mémoire de projet devrait répondre au moins à deux besoins identifiés des concepteurs en situation de réutilisation : accéder aux résultats des projets passés et accéder au « pourquoi » des décisions prises dans ces projets. Quelles conditions organisationnelles et techniques devraient être réunies pour réussir à instaurer une démarche mémoire de projet ? Comment représenter les informations décrivant la logique de conception d'un projet donné ? Comment recueillir ces informations ? Comment s'assurer qu'elles seront compréhensibles et pertinentes lors de leur exploitation future ? L'objectif de ce texte est d'apporter des réponses à ces questions. Ce faisant, on sera conduit à exposer les lignes directrices d'une méthode de création de mémoires de projet. Cette méthode a été appliquée à plusieurs projets industriels réels appartenant à des domaines de conception très différents, de la conception en mécanique à la conception en interaction homme-machine.

Mots-clés : Mémoire de projet en conception, Logique de conception, Réutilisation, Technique d'explidation, Ergonomie.

## 1. Introduction générale

Dans de nombreuses entreprises, la conception part rarement "de rien" : on doit faire évoluer une solution existante ou tenter de reprendre une solution ancienne pour l'adapter à une demande nouvelle. En outre, des contraintes de temps, d'efficacité et de recherche d'une fiabilité

---

\* Cet article a fait l'objet d'une présentation à une conférence du PRECI (Pôle Régional de Conception et d'innovation).

\* IRT, Université Paul Sabatier, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex e-mail : karsenty@irit.fr

maximale renforcent actuellement cette tendance à la réutilisation de solutions anciennes. La question qui se pose est de savoir si tous les moyens sont réunis dans ces entreprises pour favoriser la réutilisation.

Une précédente étude a montré qu'en situation de réutilisation, l'un des besoins essentiels des concepteurs est de comprendre les choix effectués, c'est-à-dire le "pourquoi" de la conception [Kars 96]. Jusqu'à présent, le besoin de réutiliser des solutions passées suscitait des échanges argumentés entre les concepteurs ayant participé aux projets passés et ceux qui étaient impliqués dans de nouveaux projets. Ces échanges favorisaient le transfert de savoirs et de savoir-faire. C'est ce qui doit expliquer, au moins en partie, le fait que, dans la documentation couramment archivée dans un bureau d'étude, on ne trouve généralement pas de documents identifiant clairement les raisons des décisions prises au cours d'un projet. Le problème qui se pose aujourd'hui, et qui semble s'étendre, est l'absence des principaux acteurs pouvant apporter les connaissances recherchées sur les projets passés. Le tum-over, les licenciements et les départs en préretraite sont à l'origine de cet obstacle.

Pour donner une idée des conséquences de cette situation, on peut rapporter des commentaires recueillis dans un bureau d'étude spécialisé en conception mécanique et composite : en situation de réutilisation, il est fréquent qu'un concepteur identifie très vite des inconvénients de la solution passée, et imagine une meilleure solution. S'il n'a pas la possibilité de comprendre pourquoi ces inconvénients n'ont pu être évités, il commencera en général à développer son idée. Il n'est alors pas rare qu'un ou deux mois après, il soit confronté à une "impasse" qui l'amène, dans le même temps, à comprendre la logique de la solution passée, et à repartir de cette solution ! L'absence d'une "mémoire de projet" donnant les informations sur la logique de conception peut donc non seulement compliquer l'activité des concepteurs mais aussi entraîner des coûts et des délais supplémentaires.

Une fois ce problème bien identifié et accepté, une série de questions se posent pour y apporter des solutions. Quelles conditions — organisationnelles et techniques — doivent être réunies pour réussir à installer une démarche mémoire de projet ? Comment représenter les informations décrivant la logique de conception d'un projet donné ? Comment recueillir ces informations ? Comment assurer qu'elles seront compréhensibles et pertinentes lors de leur exploitation future ? L'objectif de ce texte est d'apporter des réponses à ces questions. Ce faisant, on sera conduit à exposer les lignes directrices d'une méthode de création de mémoires de projet. Cette méthode a été appliquée sur plusieurs projets industriels réels appartenant à des domaines de conception très différents, de la conception en mécanique à la conception en interaction homme-machine.

## **2. Quelles conditions réunir pour créer des mémoires de projet ?**

L'objectif de créer des mémoires de projet en conception se heurte à certains obstacles [Conk 91] :

- la création de ce type de documentation peut être considéré comme contradictoire avec les plannings habituellement serrés des projets industriels ;

- les concepteurs ne sont pas toujours motivés pour réaliser ce type de documentation qui, peuvent-ils penser, ne leur apportera rien personnellement ;
- le fait de rendre compte de son raisonnement en même temps qu'on élabore des solutions peut constituer un obstacle à la réflexion "créative" des concepteurs (voir les observations dans [McKe 94]) ;
- occasionnellement, certains concepteurs peuvent être réticents à garder une trace des décisions qui s'avèrent, au cours d'un projet, "mauvaises".

La prise en considération de ces obstacles doit conduire à rechercher une méthode qui saura *trouver l'intérêt des concepteurs* ou, au minimum, n'induera pas d'effort supplémentaire de leur part par rapport à leur charge de travail actuelle. Par ailleurs, *les concepteurs doivent pouvoir être impliqués dans le processus de capitalisation* afin d'exercer un droit légitime de contrôle sur l'information qui va être capitalisée.

Il est aussi nécessaire de pouvoir *filtrer l'information pertinente* pour comprendre et juger des décisions de conception : le risque serait, en effet, de documenter toutes les informations considérées comme décrivant le contexte d'un projet alors qu'une partie seulement de ces informations aura réellement eu un impact sur les décisions prises par les concepteurs, et s'avérerait donc importante pour d'autres concepteurs. Cette contrainte conduit à écarter des approches de type système de gestion documentaire pour répondre aux contraintes des situations de travail : il faut, en effet, éviter aux concepteurs d'avoir à lire des documents entiers pour identifier une réponse précise à un besoin d'information particulier.

D'autres conditions de succès de cette méthode sont liées, non pas à la phase de capitalisation, mais à celle d'utilisation de l'information capitalisée (voir notamment [Shum 93]). Pour que cette information soit utilisée et utile, elle doit être *aisément accessible et compréhensible*. Ces conditions dépendent, en premier lieu, du langage utilisé pour décrire les décisions prises et leurs raisons : si l'information qui est recherchée par un concepteur est décrite avec des termes différents de ceux qu'il utilise habituellement, l'accès ainsi que la compréhension de cette information seront rendus plus hasardeux. Il faut donc recourir, dans la mesure du possible, à un langage qui sera compréhensible par les concepteurs qui voudront utiliser l'information capitalisée. Quelles que soient les mesures adoptées pour atteindre cet objectif, il faut toutefois souligner qu'il ne peut être atteint que partiellement, étant donné que l'ensemble des destinataires potentiels de ce type de document ne peut être cerné à l'avance (dans le cas d'une réutilisation notamment).

L'emploi d'un langage simple n'est toutefois pas suffisant pour assurer la parfaite compréhension des informations : celles-ci ont parfois besoin d'être définies ou illustrées, notamment pour des concepteurs novices. La méthode de capitalisation doit donc permettre une description de l'information à *plusieurs niveaux de détail* et *intégrer plusieurs modes de représentations*.

On peut remarquer que certaines de ces conditions sont contradictoires. D'un côté, la prise en compte des contraintes temporelles d'un projet et de la charge de travail des concepteurs conduirait plutôt à rechercher une approche qui se contente de reproduire l'information disponible dans un projet, dans le format où elle est produite naturellement. Malheureusement,

la logique de conception dans un projet industriel n'est généralement pas décrite ou, au mieux, ne l'est que très partiellement. En outre, c'est une information qui n'a pas toujours besoin d'être explicitée dans la mesure où elle est en partie liée à des connaissances partagées par les membres d'un projet. On ne peut donc se résoudre à n'exploiter que l'information disponible dans un projet. Dans le même temps, on doit considérer que la nécessité de livrer une information pertinente aisément accessible et compréhensible implique un certain (re)traitement de l'information disponible. Ce besoin peut être satisfait grâce à l'usage d'un formalisme qui conduira à organiser et à clarifier cette information.

La méthode idéale doit généralement relever d'un compromis entre ces conditions contradictoires : l'implication des concepteurs dans la création de mémoires de projet doit être minimale tout en étant suffisante pour s'assurer que les informations utiles à d'autres auront été recueillies. Par ailleurs, une formalisation des informations recueillies doit être préférée à du texte libre tant que l'effort consacré à la formalisation ne pénalise pas le travail des concepteurs. Ces conditions peuvent se traduire par l'introduction d'un responsable de la mémoire de projet. Sa fonction est de recueillir, de formaliser et d'assurer l'accès aux documents décrivant la logique de conception dans chaque projet.

### 3. Comment formaliser la logique de conception ?

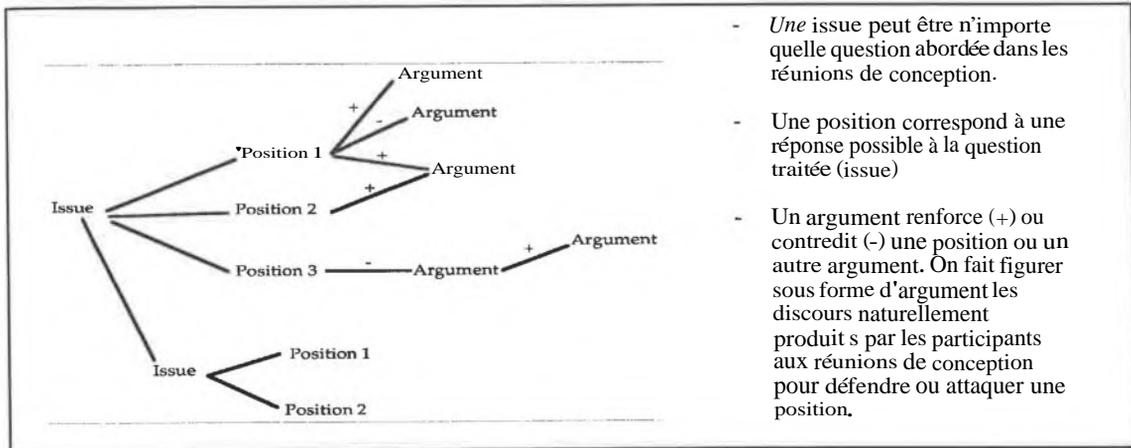
#### 3.1 *Le choix d'un modèle de la logique de conception*

Il existe plusieurs modèles candidats pour formaliser la logique de conception (pour une description relativement exhaustive, voir [Mora 94]). Ces modèles ont en commun de représenter la logique de conception sous la forme d'une *structure argumentative*. Cette structure se décompose généralement en trois grandes entités :

- les questions ou problèmes de conception,
- les options possibles pour répondre à ces questions,
- les arguments pour ou contre chaque option.

Une décision est une option qui a été choisie parmi d'autres au vu des arguments disponibles. Cette structure peut se complexifier quand plusieurs décisions sont interdépendantes. Cela se traduit généralement par la création d'un lien entre une décision et une (ou plusieurs) nouvelle(s) question(s).

L'un des intérêts de ces modèles est qu'ils apportent une réponse directe à la question : qu'est-ce qui, parmi l'ensemble des informations associées à/produites dans chaque projet, constitue l'information pertinente pour comprendre et juger les décisions prises par les concepteurs ? L'information pertinente est constituée, dans le cadre de ces modèles, d'une part, des problèmes qui ont été posés, d'autre part, des options alternatives qui ont été envisagées pour faire un choix et, enfin, des arguments déterminants dans le choix réalisé. Nous verrons toutefois que d'autres informations mériteraient de compléter ces modèles.



- Une issue peut être n'importe quelle question abordée dans les réunions de conception.
- Une position correspond à une réponse possible à la question traitée (issue)
- Un argument renforce (+) ou contredit (-) une position ou un autre argument. On fait figurer sous forme d'argument les discours naturellement produits par les participants aux réunions de conception pour défendre ou attaquer une position.

**Figure 1 : Le formalisme gIBIS pour représenter les délibérations en conception**

Le modèle qui représente le plus directement la structure qui vient d'être décrite est le modèle IBIS ou sa version graphique, gIBIS [Conk 88] [Conk 91] (voir figure 1). Le travail sur gIBIS a conduit à réaliser le seul produit commercial, à notre connaissance, permettant de capitaliser la logique de conception [Quest 99]. gIBIS est le modèle qui exige le moins d'effort pour formaliser la logique de conception. Cela est dû à deux de ses caractéristiques :

- il a pour vocation de conserver la trace de l'enchaînement des questions qui se sont posées au cours du projet de conception : on répertorie donc les problèmes traités dans l'ordre où ils l'ont été sans chercher à en faire une synthèse particulière ;
- les arguments rapportés dans le document sont la transcription exacte des arguments donnés verbalement ou par écrit par les concepteurs.

Ces avantages se transforment toutefois en inconvénients dès qu'on envisage l'exploitation du document réalisé avec gIBIS. Comme le reconnaissent les auteurs faisant la promotion de ce modèle [Conk 91], gIBIS n'est pas destiné à faciliter la réutilisation de la logique de conception, mais plutôt à favoriser une bonne coordination au sein d'un projet. L'enchaînement des questions telles qu'elles se présentent au cours de la conception peut en effet rendre difficile l'accès à certaines informations parce qu'il conduit à créer un contexte qui a peu de chances d'être celui qui caractérisera l'exploitation future du document. Par ailleurs, pour comprendre le choix d'une certaine option, il faut lire un ou plusieurs arguments rédigés sous forme de texte libre, ce qui devient vite fastidieux.

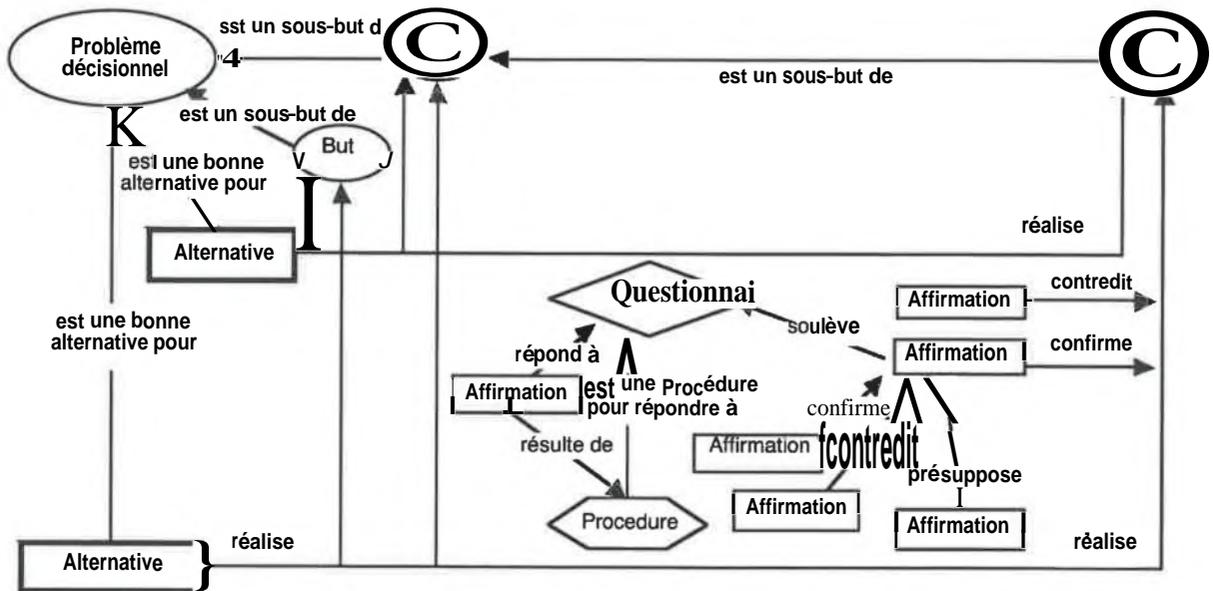


Figure 2 : Le formalisme DRL (Decision, Rationale Language)

D'autres modèles réduisent ces difficultés. C'est le cas notamment du modèle QOC [McLe 91] et du modèle DRL [Lee 91]. Ces modèles se distinguent d'IBIS à deux niveaux :

- ils ont pour vocation de reproduire la structure logique (et non historique) des décisions de conception, ce qui exige une certaine rationalisation de la démarche des concepteurs, donc un effort supplémentaire de formalisation ;
- ils découpent la logique de conception à un niveau plus fin : par exemple, QOC rend explicite, derrière chaque argument, le critère de conception sous-jacent ; DRL décompose chaque argument en une structure d'affirmations (*claims*) pouvant être liées entre elles par des relations de confirmation, de contradiction ou de présupposition. DRL est le formalisme le plus élaboré pour représenter la logique de conception. Le but recherché est de pouvoir fournir un certain nombre de services informatiques. Par exemple, DRL permet la gestion des dépendances entre plusieurs décisions et la gestion des points de vue. Mais cela se fait au prix d'un effort accru pour construire la mémoire de chaque projet.

Le choix d'un modèle de la logique de conception doit se faire, pour chaque situation de travail, en fonction de ces différents avantages et inconvénients. Dans les études que nous avons menées, les concepteurs désiraient une méthode exigeant un effort minimal pour la créer tout en optimisant sa réutilisation. Ces exigences ont naturellement conduit à opter pour le modèle QOC.

### 3.2 Le modèle QOC

Le modèle QOC [McLe 91] est un modèle semi-formel permettant de produire une représentation graphique de la logique de conception (voir figures 1 et 2). L'approche choisie par les promoteurs de QOC est de créer "une représentation explicite d'un espace structuré des

alternatives de conception et des délibérations conduites pour choisir entre elles. Ainsi, un artefact particulier est envisagé au sein des relations qu'il entretient avec d'autres artefacts alternatifs possibles.

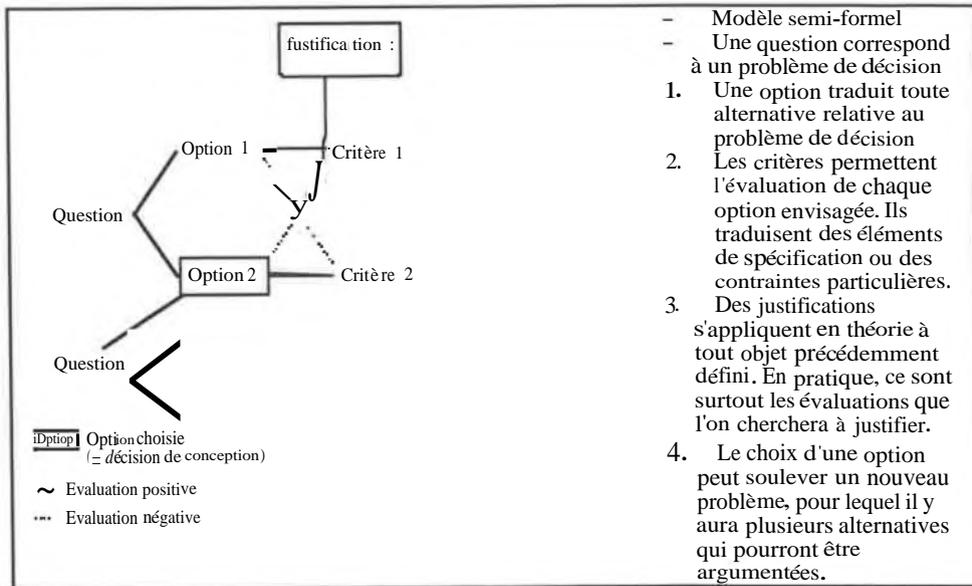


Figure 3. Caractéristiques du formalisme QOC (Question, Option, Critère)

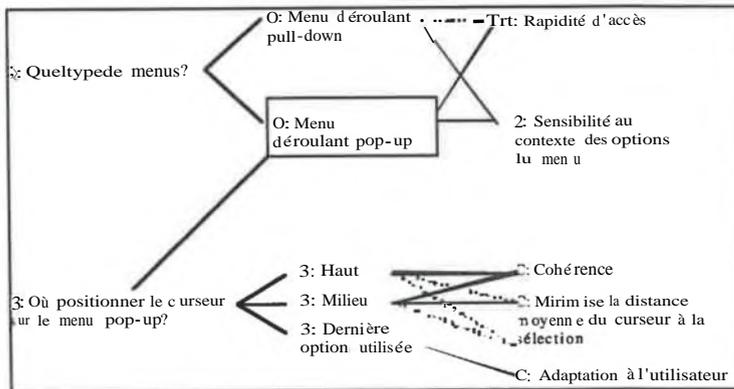


Figure 4. Un exemple de représentation des décisions de conception avec QOC (tiré de [Shum 94])

Cette approche conduit à privilégier la cohérence de la représentation sur l'historicité des décisions prises. Ainsi, par exemple, plusieurs options de conception discutées à des moments différents mais rattachables à un même problème de conception seront liées à une seule question alors que, dans la réalité, elles auront pu être évoquées en réponse à des questions différentes. Il faut noter que la perte du contexte historique peut toutefois être limitée de façon très simple, notamment en datant chaque nœud du graphe QOC.

L'autre caractéristique de QOC est de faire apparaître explicitement une liste de critères de conception. La lecture de ces critères suffit souvent à des concepteurs expérimentés pour comprendre les raisons qui ont conduit d'autres concepteurs à préférer telle option à telle(s) autre(s). En outre, les critères de conception sont, pour une partie d'entre eux, relativement similaires d'un projet à l'autre : quand on conçoit une interface utilisateur, il y aura toujours des critères de charge minimale pour la mémoire de l'utilisateur ou de cohérence de l'interface ; de même, dans la conception de satellite, il y aura toujours des critères de masse minimale et de fiabilité. Un intitulé très bref décrivant chaque critère est, pour cette raison, souvent suffisant pour que les concepteurs comprennent le choix qui a été fait. C'est un des avantages de QOC sur IBIS qui reproduit le discours argumentatif naturellement produit, donc généralement plus dense.

Le formalisme QOC est destiné à faciliter non seulement la réutilisation d'une solution, mais aussi la réutilisation d'un raisonnement. La réutilisation d'un raisonnement est centrale dans les situations de formation. Ces deux activités peuvent susciter des questions en partie différentes de la part des concepteurs :

- *pour réutiliser une solution*, les questions typiques posées par les concepteurs sont : Pourquoi a-t-on besoin de X ? Pourquoi X et pas Y ? À quelles conditions Y pourrait-il être préféré à X ? Comment a-t-on pris en compte tel problème connu avec une solution de type X ?
- *pour réutiliser un raisonnement*, les questions qui peuvent être posées sont : Quels autres choix étaient possibles ? Quels sont les critères pertinents pour choisir entre X et Y ? Quelles sont les questions à se poser pour réaliser X ? Comment a-t-on validé tel choix ?

Un document QOC permet de répondre à l'ensemble de ces questions.

### 3.3 *L'adaptation nécessaire du modèle à chaque domaine de conception*

Le modèle QOC se veut général. Il n'a donc pas pour vocation de retenir toutes les spécificités de chaque domaine de conception. Or, il faut souligner que chaque domaine de conception, voire peut-être chaque bureau d'étude, peut avoir des besoins propres en matière de mémoire de projet.

Dans le cadre d'une étude pour un bureau d'études en mécanique et matériaux composites, nous avons été amenés à réaliser certaines adaptations du modèle QOC pour prendre en compte des besoins d'information qui ne pouvaient être satisfaits avec le modèle originel. On peut d'ailleurs supposer que ces adaptations seront pertinentes pour d'autres domaines de conception. Les principales adaptations réalisées sont les suivantes :

- *Un objet "Procédure"* a été créé pour saisir les informations sur les méthodes de calculs utilisées par les ingénieurs pour définir certaines propriétés d'une solution (type de matériau, épaisseur, angle, etc.). Cette adaptation s'est avérée nécessaire quand on a constaté que les concepteurs pouvaient douter de la validité d'une solution s'ils ne savaient pas comment elle avait été déterminée.
- *Un objet "Restriction"* a été créé pour exprimer le fait que telle option satisfait tel critère, sauf dans telle(s) condition(s). Cet objet est particulièrement utile pour les

situations de réutilisation dans lesquelles les contraintes à satisfaire peuvent être différentes des contraintes du projet passé.

- Une *structure d'information complémentaire* a été ajoutée pour chaque option choisie par les concepteurs. Ces informations complémentaires sont : une référence à des plans de fabrication, qui permet ainsi de récupérer et de visualiser la représentation graphique d'une solution (ce qui est particulièrement important pour comprendre les solutions avancées dans le domaine de la mécanique); un descriptif de la procédure de montage et un descriptif de la procédure de fabrication d'un élément de solution, souvent demandés par les concepteurs pour juger une solution.
- Un *signal d'alerte* peut être utilisé pour signaler qu'une solution alternative n'ayant pu être développée dans le cadre d'un projet donné, souvent à cause de contraintes temporelles ou budgétaires, mériterait une attention particulière dans l'avenir. Cette information peut être particulièrement utile pour orienter les efforts de recherche d'un bureau d'études.

Au-delà de ces adaptations visant à répondre à des besoins d'information spécifiques, d'autres ajouts sont nécessaires pour faciliter l'utilisation d'un document QOC. Il serait en effet faux de croire qu'un document QOC est auto-suffisant pour être bien exploité. Il faut notamment faciliter la compréhension des informations qui y sont représentées, notamment pour les concepteurs novices qui auront à l'utiliser. Pour cela, on peut avoir besoin de décrire les choix effectués avec plusieurs niveaux de détail et intégrer plusieurs modes de représentation. Il faut noter que les adaptations visant à faciliter la compréhension dépendent aussi, dans une certaine mesure du domaine d'application.

À titre d'illustration, voici les adaptations qui ont été mises en œuvre pour des concepteurs en mécanique et matériaux composites :

- Des *connaissances de base* liées aux produits conçus ont été ajoutées au document décrivant la logique de conception. Ces connaissances peuvent avoir pour objet la fonction générale d'un produit, les différents types de produit relatifs à une même famille de produits, des principes de fonctionnement, etc. Quand ces connaissances touchent le produit dans son ensemble, elles peuvent apparaître sur une page indépendante. Dans les autres cas, elles apparaissent sous forme d'une "Note" liée à une entité de QOC, généralement une option.
- Un *schéma* a été exigé pour chaque solution non triviale proposée par les concepteurs, qu'il s'agisse de la solution retenue ou d'une solution rejetée. Ce schéma est présenté, quand cela était possible, sur la même page que celle où est décrite la solution. L'expérience a montré que, sans ces dessins, une grande partie des options présentées n'étaient pas comprises par les concepteurs novices.

## 4. Comment recueillir les informations composant la mémoire de projet ?

### 4.1 Des procédures généralement inapplicables

[McLe 91] proposait de modifier globalement la tâche de conception. Pour ces chercheurs, la conception devait devenir la production d'un document QOC : les concepteurs devaient aborder leur problème en posant plusieurs options de conception, puis expliciter un ensemble de critères nécessaires pour les comparer afin de déterminer la meilleure solution. Nos observations

dans des projets de conception, ainsi que les commentaires de plusieurs concepteurs face à cette proposition, conduisent à dire que les concepteurs ne conçoivent pas de cette façon et sont réticents à adopter une telle démarche. McLean *et al.* proposent une démarche rationnelle qui s'oppose en partie à la façon naturelle de concevoir. Shum & Hammond [Shum 94] font d'ailleurs état d'observations qui montrent que certains concepteurs, utilisant cette approche, passent beaucoup plus de temps que nécessaire à élaborer un raisonnement pour une décision qui était pourtant évidente. En outre, ces observations montrent que ces concepteurs privilégient une analyse du problème "en profondeur" au détriment d'une analyse "en largeur". Ces commentaires et ces observations doivent conduire à rechercher une procédure qui modifie le moins possible l'activité naturelle de conception.

L'une des conditions à satisfaire pour réussir à créer des mémoires de projet en conception est de minimiser l'implication des concepteurs. Ceci peut conduire à chercher à exploiter au mieux l'information habituellement produite dans tout projet pour identifier les raisons des choix qui ont été faits. Une première orientation consisterait alors à tenter *l'exploitation des documents déjà produits* par un projet de conception, par exemple le cahier des charges, les dossiers de justification, les rapports de test ou de simulation, etc. Cette approche s'avère toutefois très rapidement limitée pour deux raisons principales : les documents pouvant expliquer les choix réalisés sont généralement mal répertoriés, donc ne sont pas toujours accessibles et, surtout, ils ne rapportent qu'un sous-ensemble des raisons de la conception. Par exemple, il n'y a jamais de trace, dans ces documents, des nombreuses expériences passées des concepteurs qui ont été déterminantes dans leurs choix. Il n'y a pas, non plus, de traces des contingences d'un projet déterminantes dans les choix réalisés comme, par exemple, le fait que les concepteurs n'ont pas trouvé sur le marché à une période donnée tel composant jugé meilleur que la solution choisie.

Une autre orientation pourrait consister à reprendre les *comptes-rendus* de réunions de travail pour en extraire la logique de conception. Nous avons testé cette approche sur des comptes-rendus qui avaient été présentés comme exceptionnellement clairs et détaillés. Pourtant, là aussi, les limites d'une telle approche apparaissent très vite : parce que les comptes-rendus ne font que retracer les principales conclusions auxquelles ont abouti les participants à une réunion, l'ensemble des raisons qui sont à l'origine des décisions prises reste inaccessible.

Ces tentatives infructueuses ont conduit à la conclusion que, pour créer des mémoires de projet, il faudrait obligatoirement chercher à créer une nouvelle information, quitte à le faire pour compléter l'information déjà produite dans un projet. Pour déterminer une procédure adéquate, il fallait alors répondre à la question : *où se trouvent les raisons des choix des concepteurs pour un projet donné ?* Il y a deux réponses à cette question :

- *dans les réunions de conception*, lieu de délibération et d'argumentation des choix proposés par chaque participant [Conk 91]. Une procédure pourrait donc consister à enregistrer ces réunions et à en extraire l'ensemble des informations alimentant le modèle QOC. Cette procédure n'est applicable que sur des projets en cours.
- *dans la mémoire des concepteurs* ayant participé au projet. Une autre procédure consisterait, par conséquent, à conduire les concepteurs à expliciter les raisons de leurs choix. Cette procédure semble incontournable pour des projets déjà terminés.

Dans la suite, nous décrivons deux procédures de recueil de l'information nécessaire pour alimenter le modèle QOC, l'une basée sur l'analyse du contenu des réunions de travail, l'autre sur des entretiens d'explicitation menés auprès des concepteurs ayant participé à un projet donné.

## 4.2 *L'analyse du contenu de réunions de travail*

La procédure que nous préconisons passe par l'introduction d'un nouvel acteur, responsable de la mémoire de projet. Celui-ci doit être intégré au projet de conception. Il doit participer aux réunions de travail et pouvoir les enregistrer pour ensuite en analyser le contenu. L'enregistrement est inévitable car une simple prise de notes ne permet pas de garder une trace de toutes les informations pertinentes échangées au cours d'un dialogue. En effet, les dialogues de travail se caractérisent très souvent par des interventions qui se chevauchent et qui s'enchaînent trop rapidement.

L'analyse du contenu des enregistrements est guidée par le modèle QOC : on doit trouver dans le dialogue quels étaient la (ou les) question(s) au cœur de la discussion, les réponses (ou options) alternatives envisagées pour chacune de ces questions, les critères sous-jacents aux évaluations positives ou négatives formulées à l'encontre de ces options alternatives ainsi que les justifications de ces évaluations. Cette tâche exige d'être relativement familiarisé avec les connaissances du domaine : c'est une condition essentielle pour pouvoir analyser le contenu des réunions de travail sans freiner l'activité des autres membres du projet.

Il y a deux difficultés majeures dans l'activité de formalisation de la logique de conception basée sur le contenu des réunions de travail :

- *Les informations qui sont exigées pour instancier le modèle ne sont pas toujours explicitées dans le dialogue.* Par exemple, une option de conception sera proposée sans que le problème auquel elle est censée répondre ait été mentionné. De même, des critères déterminants dans un choix ne sont pas toujours explicités. La conséquence de cet implicite est que la structure de la logique de conception à laquelle l'analyste aboutit ne peut être considérée que comme une interprétation. C'est pourquoi il est nécessaire d'instaurer des *réunions périodiques de validation* du document construit par l'analyste, à laquelle participent les intervenants du projet. Généralement, ces réunions de validation conduisent à enrichir, parfois à restructurer, le document initial.
- *La logique d'un choix particulier n'apparaît pas toujours sur une seule réunion, d'une part à cause du problème de l'implicite, l'analyste ne pouvant pas toujours l'identifier, d'autre part parce que le problème même peut changer au fur et à mesure du projet.* Il peut ainsi arriver qu'un objectif qui était prédominant au début ne le soit plus à la fin ou qu'une spécification fonctionnelle qui ne posait pas de problème au début en pose désormais. L'implication de cette caractéristique d'un projet de conception est la nécessité de *restructurer* la logique de conception telle qu'elle apparaît au moment  $t$  pour prendre en compte les évolutions enregistrées au moment  $t+1$ . Il va sans dire que plus le projet s'étend dans le temps, plus cette activité de restructuration peut être difficile.

Le principal avantage de cette procédure, outre le fait qu'elle conduit à capitaliser la logique de conception, est qu'elle fournit un nouvel outil de coordination dans un projet. La coordination peut être améliorée grâce à la lecture du document QOC par l'ensemble des

membres du projet : le document QOC, en effet, explicite et organise l'ensemble des problèmes soulevés par les uns ou les autres, ainsi que les critères avancés par chaque membre. Un chef de projet qui a dirigé une étude dans laquelle cette procédure de capitalisation avait été appliquée a rapporté des commentaires qui semblent confirmer cet intérêt : il avait noté que, par rapport aux autres projets qu'il avait dirigés, les membres de son projet semblaient mieux comprendre les objectifs des autres membres, et que moins d'erreurs de coordination avaient été commises. Par exemple, il arrive fréquemment, au cours d'un projet de conception mécanique relativement long, qu'un dessinateur travaille sur un plan qui ne correspond plus à la solution retenue par les ingénieurs. Ou, inversement, il peut se produire des situations où les concepteurs débattent de nouveau d'un problème pour lequel, pourtant, une solution avait été établie quelques semaines ou quelques mois plus tôt. C'est, semble-t-il, ce type de problèmes de coordination qui tend à disparaître avec l'application de la méthode QOC. On retrouve des commentaires identiques cités dans les études de J. Conklin, l'un des promoteurs de la méthode IBIS [Conk 91].

### 4.3 *Les entretiens d'explicitation*

Une procédure basée sur l'analyse du contenu des réunions de travail, si elle a l'avantage de doter le projet d'un outil de coordination, ne peut être appliquée que sur des projets en cours. Quand on veut capitaliser la logique de conception pour un projet déjà terminé, la principale ressource disponible est la mémoire des concepteurs (en complément des documents qui ont été conservés, lesquels, comme on l'a déjà souligné, ne livrent qu'une partie des raisons des choix effectués). Pour solliciter cette mémoire, une méthode d'entretien d'explicitation particulière doit être mise en place.

Les caractéristiques de cette méthode sont en grande partie liées aux propriétés de la mémoire que les concepteurs peuvent avoir d'un projet de conception. Trois propriétés, en particulier, méritent d'être soulignées :

- *La mémoire individuelle d'un projet qu'il est important de faire expliciter est une mémoire épisodique.* À l'inverse d'une mémoire sémantique, qui conserve des concepts ou des connaissances générales, la mémoire épisodique est conçue comme un système de stockage des informations datées, composé d'événements ou épisodes personnellement vécus et de leurs associations spatio-temporelles [Tulv 83]. Une caractéristique importante de la mémoire épisodique est la variabilité contextuelle dans l'encodage des souvenirs et dans leur récupération. Un épisode mémorisé ne peut, de ce fait, être récupéré qu'en ayant recours à des indices contextuels qui lui ont été associés (il suffit de penser à la Madeleine de Proust). Cette caractéristique a une implication forte sur la technique d'entretien à mettre en œuvre : l'entretien ne doit pas chercher à accéder immédiatement aux souvenirs des décisions prises. Il faut aider les concepteurs à retrouver les épisodes au cours desquels des décisions de conception ont été prises en leur permettant, notamment, de retrouver des indices contextuels pertinents. Par exemple, plutôt que de demander directement « quelles autres solutions alternatives aviez-vous évoqué en traitant tel problème ? », il peut être parfois préférable de permettre aux concepteurs de retrouver, entre autres, le souvenir du moment où le problème a été traité, les circonstances dans lesquelles le problème en question avait été soulevé, les personnes qui participaient à cette période aux réunions de conception, etc. : tous ces indices contextuels vont pouvoir, par association, faire

« remonter » un souvenir relativement précis des choix qui s'offraient aux concepteurs et/ou qui ont été l'objet de discussions au sein du groupe. Par ailleurs, l'incapacité des concepteurs à retrouver un souvenir peut parfois provenir d'un contexte de récupération bloquant l'accès à ce souvenir. On peut alors les aider à retrouver certains souvenirs en leur proposant des contextes de récupération différents (voir un exemple ci-dessous). Ces exigences se heurtent toutefois à une contrainte de terrain : la participation des concepteurs aux entretiens d'explicitation doit être limitée dans le temps. Il faut donc opter pour un questionnement non pas ouvert, ce qui serait idéal ici [Verm 94], mais semi-ouvert. Une grille de questions type, orientée par les exigences de la méthode QOC (trouver les problèmes traités, les solutions alternatives, les critères et les justifications) doit donc être prévue.

- **La mémoire individuelle d'un projet peut contenir des oublis.** Or, dans ces circonstances, un concepteur n'est pas toujours conscient d'avoir oublié tout ou partie d'un épisode. Il peut alors être conduit, même inconsciemment, à reconstruire la réalité de cet épisode. Il peut notamment expliquer un choix avec des raisons en partie ou totalement différentes de celles qui ont été réellement déterminantes. La technique d'entretien doit permettre de limiter ces reconstructions en décalage avec la réalité du processus de décision.
- **La mémoire individuelle peut ne contenir que des informations partielles sur l'ensemble du processus de décision.** La technique d'entretien ne peut, pour cette raison, se focaliser sur un seul concepteur, même si celui-ci a eu en charge la gestion globale du projet.

Ces caractéristiques de la mémoire individuelle d'un projet ont conduit à définir la procédure d'entretien suivante :

- **Présence de deux concepteurs** (au minimum) : cette co-présence doit, en premier lieu, éviter des reconstructions du processus de décision : l'un va exercer une fonction de contrôle sur les énoncés de l'autre. Cette condition est aussi bénéfique pour favoriser la récupération de souvenirs. Lorsqu'un concepteur dit qu'il ne se rappelle plus ce qui a conduit à faire tel choix, il est fréquent que l'autre concepteur lui vienne en aide. Il peut ainsi soit avancer une raison, soit verbaliser certains éléments contextuels liés à la décision qui a été prise : l'époque à laquelle elle a été prise, les personnes concernées, une solution qui précédait celle dont on discute, etc. Le premier concepteur généralement réagit à ces énoncés. Peu à peu, l'interaction entre les deux concepteurs (re)produit ainsi le souvenir relativement précis de ce qui a conduit à prendre une décision donnée.
- **Mise en place de l'entretien initial par une ré-évocation du contexte du projet** : temps, lieu, partenaires impliqués, motivations industrielles du projet, principales spécifications initiales. Toutes ces informations ont intérêt à être ré-évoquées pour favoriser la récupération des souvenirs des concepteurs. Ces informations sont d'ailleurs recueillies par l'analyste et pourront être incluses dans le document QOC en tant qu'informations complémentaires.
- **Description de la logique structurelle du produit conçu.** La logique structurelle correspond à l'agencement des éléments composant l'objet conçu. On notera que cette logique structurelle dépend souvent de la logique fonctionnelle du produit : l'ordre dans lequel les éléments composant l'objet conçu vont être décrits correspond souvent à l'ordre dans lequel ces éléments réalisent les fonctions de l'objet conçu, une fois mis en situation d'exploitation. Cette étape est essentielle pour la suite de l'entretien : elle va fournir l'ordre dans lequel l'ensemble des décisions prises pour réaliser ce produit va

être abordé dans l'entretien. La logique structurelle va en outre fournir l'organisation globale du document QOC.

- *Pour chaque élément de la structure d'ensemble du produit, questionnement semi-ouvert.* Le questionnement semi-ouvert est directement orienté par les exigences du modèle QOC. Concrètement, pour chaque élément de la structure, on doit déterminer : (1) À quelle(s) spécification(s) il devait répondre ? (2) Quels étaient les autres choix possibles ? (3) Qu'est-ce qui a permis aux concepteurs de choisir cet élément parmi l'ensemble des possibles ? On obtient ainsi les informations sur les Questions (1), les Options (2) et les Critères avec les justifications des évaluations de chaque option (3). Comme il a été dit, il n'est pas souhaitable de "forcer" les concepteurs à répondre s'ils n'ont pas immédiatement de réponses à ces questions. Il ne faut donc pas hésiter à laisser s'installer une discussion informelle qui peut permettre de retrouver le souvenir précis de la décision qui a été prise.
- *Questionnement par contraste :* il peut arriver que les concepteurs disent qu'ils n'avaient pas de raison particulière de choisir telle option ("c'était évident !") ou disent qu'ils ne se rappellent pas avoir envisagé d'autres possibilités. C'est possible, mais ce type de réponse peut aussi cacher une difficulté à récupérer un souvenir. Une technique qui peut donner des résultats consiste à demander aux concepteurs de penser le problème en supprimant une contrainte particulière. On change ainsi leur contexte de récupération du souvenir. Cela revient à poser une question du type "Et si vous n'aviez pas eu la contrainte X, est-ce qu'il y aurait eu d'autres solutions possibles à tel problème ?" Quand l'analyste a une connaissance suffisante du domaine, il peut aussi poser une question du type : "Est-ce qu'une solution de type Y n'aurait pas été possible dans ce cas-là (à la place de la solution X choisie) ?" Cette technique de questionnement par contraste a un avantage particulier : elle peut conduire les concepteurs à prendre conscience ou à se souvenir des faits qui étaient restés implicites dans leur raisonnement ou dans les discussions avec leurs collègues [Kars 98]. Dans la pratique, l'application de cette technique sur des décisions paraissant "évidentes" aux experts a quasiment toujours permis de constater que plusieurs alternatives existaient et que plusieurs critères avaient été pris en compte. C'est, de notre point de vue, un avantage majeur par rapport à la procédure basée sur l'analyse du contenu des réunions de travail. On peut d'ailleurs supposer que cet avantage conduit à élaborer une description plus riche de la logique de conception.

## 5. Comment assurer une certaine pertinence des mémoires de projet en vue de leur exploitation future ?

Une étude [Kars 96] a montré que le recueil de la logique de conception basé sur l'analyse du contenu des réunions de travail conduisait à un document ne répondant qu'à 41% des questions que d'autres concepteurs pouvaient se poser face à la solution développée dans un projet. La même étude a montré qu'une partie au moins des raisons expliquant ce résultat était inévitable si l'on se contentait de recueillir le discours de ceux qui participent ou qui ont participé à un projet donné. En revanche, il est possible d'améliorer la couverture des besoins d'information d'un document QOC en impliquant, dans la procédure de recueil, des acteurs externes au processus de conception.

Une mesure qui peut répondre à cet objectif consiste à présenter la solution proposée dans un projet à plusieurs personnes extérieures au projet en leur demandant de comprendre et de

juger cette solution. La consigne qui est donnée aux personnes extérieures au projet exige en outre de leur part d'explicitier toutes les questions qui leur passent par la tête. Les concepteurs ayant développé la solution peuvent être présents à ces séances pour répondre à ces questions. Celles-ci sont alors recueillies en même temps que les réponses fournies par les concepteurs. Ces informations sont ensuite utilisées pour enrichir le document QOC. Il est préférable de choisir des personnes extérieures au projet ayant des profils différents en termes de niveau d'expérience et de fonction. On s'assure ainsi que l'on obtiendra des questions en partie différentes. Il est aussi préférable de fournir les éléments décrivant la solution à analyser avant les séances de questionnement, ceci afin de recueillir non seulement des questions plus nombreuses (elles ont été, au moins en partie, préparées) mais aussi plus spécifiques.

Pour donner un ordre d'idée de l'intérêt de cette mesure, on peut rapporter certains faits constatés dans deux projets. Ces projets s'étaient déroulés sur des périodes de 2 et 3 ans. Leur logique de conception a été construite rétrospectivement. En réunissant collectivement trois personnes extérieures au projet dans chaque cas pendant une séance de deux heures environ, on a recueilli entre 110 et 120 questions au total (pour chaque projet). Ces questions avaient pour objet une des informations sur le contexte du projet — quelle date ? avec qui ? est-ce qu'on était parti d'une solution existante ? etc. —, une explication d'un concept ou d'un élément de solution qui y était présenté, ou une demande de justification d'un choix effectué par les concepteurs. Dans quelques cas, ces questions ont conduit à expliciter des problèmes qui avaient été traités mais qui n'avaient pas été reportés dans le document QOC ou encore des options possibles qui n'avaient pas été envisagées ou citées par les concepteurs.

Pour améliorer la pertinence d'un document QOC, cette mesure n'est toutefois pas suffisante. Il faut aussi pouvoir confronter certaines personnes extérieures au projet au document QOC lui-même. Les réactions de ces personnes permettent d'améliorer directement la lecture et la compréhensibilité du document ainsi que la validité des informations collectées (détecter et corriger les reconstructions ou les oublis). Les profils des participants doivent être de deux types. On doit pouvoir avoir recours à au moins un "expert" de la solution produite : celui-ci aura pour fonction essentielle d'améliorer la validité du document QOC. On doit en outre avoir recours à plusieurs "novices" du projet en question. La procédure consiste à placer ces personnes, individuellement ou collectivement, devant une copie du document QOC en leur demandant de le parcourir dans son ensemble. Au cours de la lecture, elles doivent indiquer tous les problèmes de compréhension ou de jugement qu'elles rencontrent.

Là aussi, il est possible de rapporter certains faits relativement précis liés à cette mesure. Ces observations sont extraites d'un projet d'une durée de 3 ans pour lequel un document QOC a été construit rétrospectivement. Les réactions d'un "expert" ont conduit à réaliser environ 40 modifications dans le document initial. Ces modifications se sont traduites par des compléments d'information mais aussi, comme on s'y attendait, par un certain nombre de rectifications, en particulier sur l'historique du projet. Les réactions de deux "novices" du projet ont conduit à réaliser environ 90 modifications dans le document initial. La lisibilité des informations a été améliorée, des termes non familiers aux participants "novices" ont été changés ou des termes qui leur étaient familiers ont été ajoutés à ceux qui étaient déjà présents dans le

document QOC, l'ambiguïté de certains termes a été levée, plusieurs définitions et schémas ont été ajoutés ainsi que des explications des choix effectués.

## 6. Conclusion

Cet article a présenté un cadre méthodologique pour créer des mémoires de projet en conception. On a insisté sur la nécessaire prise en compte de contraintes organisationnelles et humaines. Ces contraintes impliquent qu'on évite aux concepteurs d'avoir à réaliser la tâche de documentation de leurs processus décisionnels, qu'on guide le recueil de la logique de conception pour éviter une accumulation d'informations non pertinentes et qu'on améliore la compréhensibilité et l'acceptabilité des informations capitalisées grâce à certaines mesures préventives.

Le cadre méthodologique proposé repose sur l'utilisation d'un modèle permettant de formaliser la logique de conception et sur des procédures de recueil d'information. Deux procédures ont été décrites, l'une applicable en cours de projet, l'autre sur un projet déjà terminé. En décrivant ces procédures, quelques éléments de comparaison ont été livrés. Nous les rappelons brièvement :

- La procédure applicable en cours de projet permet de doter les membres du projet d'un nouvel outil de coordination, ce qui n'est pas possible avec l'autre procédure. En revanche, elle dépend étroitement des informations verbalisées dans les réunions de travail, lesquelles ne sont, par nature, pas structurées (l'effort de structuration à consacrer pour obtenir un document cohérent est donc important) et ne traduisent qu'une partie de l'espace problème dans lequel se prennent les décisions (une partie reste implicite).
- L'autre procédure, basée sur des entretiens d'explicitation avec plusieurs experts, permet d'obtenir une information plus facile à structurer et probablement plus riche. Cette deuxième propriété vient notamment de l'utilisation d'une technique de questionnement par contraste [Kars 98] qui, généralement, conduit à lever certains implicites dans le raisonnement des concepteurs.

Les questions qui se posent aujourd'hui concernent, pour beaucoup d'entre elles, l'exploitation d'une mémoire de projet en conditions réelles : les concepteurs vont-ils prendre le temps de se documenter sur les projets passés ? S'ils le prennent, vont-ils trouver les réponses à leurs questions ? Comment utiliseront-ils alors l'information exploitée ? Est-ce que, comme le pensent certains, l'exploitation d'une mémoire de projet peut entraver la créativité des concepteurs ou, au contraire, va-t-elle favoriser cette créativité en suggérant des idées auxquelles ils n'auront pas spontanément pensé ? Peut-on mesurer le gain apporté par une mémoire de projet, par exemple en comptabilisant les erreurs qu'elle a permis d'éviter ?

À notre connaissance, aucune étude n'a directement abordé ces questions en se plaçant dans des conditions réelles d'exploitation d'une mémoire de projet.

## 7. Références

- [Acke 94] M.S. Ackerman, "Augmenting Organizational Memory: A Field Study of Answer Garden", Proceedings of CSCW'94, p.243-252, October 22-26 1994. New York: ACM Press.
- [Acke 96] M.S. Ackerman & L. Païen, "The Zephyr Help Instance: Promoting Ongoing Activity in a CSCW System". Proceedings of CHI'96, pp. 268-275, April 13-18 1996. New York: ACM Press.
- [Aals 95] J.W. van Aalst, T.T. Carey & D.L. McKerlie, "Design Space Analysis as "Training Wheels" in a framework for learning user interface design", In *Proceedings of CHI'95*, 1995, pp.154-161, Denver, Colorado.
- [Conk 88] J. Conklin & M.L. Begeman, "gIBIS: A Hypertext Tool for Exploratory Policy Discussion", *ACM Transactions on Office Information Systems*, 6, 1988, pp. 303-331.
- [Conk 91] J.E. Conklin, & B. Yakemovic, "A Process-Oriented Approach to Design Rationale", *Human-Computer Interaction*, 6, 357-391, 1991.
- [Kars 96] L. Karsenty, "An Empirical Evaluation of Design Rationale Documents", *Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'96)*, Vancouver, 14-18 Avril 1996, ACM Press.
- [Kars 98] L. Karsenty, "L'explicitation des modèles utilisateurs implicites dans l'interaction homme-machine", *Actes du Colloque de l'Association pour la Recherche Cognitive (ARC'98)*, Saint-Denis, 11-12 Décembre 1998.
- [Lee 91] J. Lee & K. Lai, "What's in Design Rationale?" *Human-Computer Interaction*, 6, 1991, pp. 251-280.
- [McKe 94] D. McKerlie & A. MacLean, "Reasoning with design rationale: practical experience with design space analysis", *Design Studies*, 15, 1994, pp. 214-226.
- [McLe 91] A. MacLean, R.M. Young, V. Bellotti, & T.P. Moran, Questions, Options and Criteria: Elements of design space analysis, *Human-Computer Interaction*, 6, 1991, pp. 201-250.
- [Mora 94] T.P. Moran & J.M. Carroll (eds.) *Design rationale: Concepts, techniques and use*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1994.
- [Pott 88] C. Potts & G. Bruns, Recording the reasons for design decisions, In *Proceedings of the 10th International Conference on Software Engineering*, Washington, DC: IEEE Computer Society Press, 1988, pp. 418-427.
- [Quest 99] *QuestMap™*, Group Decision Support Systems, 1000 Thomas Jefferson St. Suite 100, Washington, DC 20007, 1999.
- [Shum 93] S. Shum, *QOC design rationale retrieval: a cognitive task analysis & design implications*. Technical report EPC-93-105, Rank Xerox EuroPARC, 1993, Cambridge, UK.
- [Shum 94] S. Shum & N. Hammond, Argumentation-based design rationale: what use at what cost? *International Journal of Human-Computer Studies*, 40, 1994, pp. 603-652.
- [Tulv 83] E. Tulving, *Elements of episodic memory*, New York: Oxford University Press, 1983.
- [Verm 94] P. Vermersch, *L'entretien d'explicitation*, Paris: ESF, 1994.