



**HAL**  
open science

# Etude d'un cheminement de conception: structure hypertextuelle des connaissances pour les traces d'un projet architectural

Fabien Gandon, Catherine Barry, Régine Loisel

## ► To cite this version:

Fabien Gandon, Catherine Barry, Régine Loisel. Etude d'un cheminement de conception: structure hypertextuelle des connaissances pour les traces d'un projet architectural. IC 1999, Journée francophones d'ingénierie des connaissances, Plateforme AFIA 1999, Jun 1999, Palaiseau, France. hal-01145740

**HAL Id: hal-01145740**

**<https://inria.hal.science/hal-01145740>**

Submitted on 26 Apr 2015

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

# Etude d'un cheminement de conception : structure hypertextuelle des connaissances pour les traces d'un projet architectural

## Study of a design process: hypertextual knowledge structure for the traces of an architectural project

Fabien Gandon

Catherine Barry<sup>1,2,3</sup>

Régine Loisel<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Département du Génie Mathématique  
INSA de ROUEN

<sup>2</sup>Université de Rouen

<sup>3</sup>Laboratoire PSI

### Résumé

*Dans le cadre du projet MOPIA (Modélisation d'un Outil-Partenaire Informatique pour Architecte) nous nous intéressons aux connaissances manipulées par un architecte. Les éléments (dessins, photos, montages, maquettes...) qui subsistent de la conception d'un objet architectural par un architecte sont les seules formalisations tangibles de connaissances témoignant du projet en tant que processus. Afin de découvrir si ces traces sont réutilisables, quels peuvent être leurs intérêts et comment elles ont été exploitées, il nous faut d'abord expertiser et modéliser le cheminement de conception, retrouver les processus qui le composent, les connaissances et les outils mis en jeu et essayer de comprendre leurs articulations. Nous présentons notre approche et expliquons comment nous pensons retrouver le sens de ces traces au travers d'une structuration hypertextuelle des connaissances de projet.*

### Mots clefs

Conception, Modélisation, Expertise, Hypotexte, Connaissance macroscopique.

### Abstract

Text of the abstract (TO DO)

### Keywords

Relative words (TO DO)

## 1. Introduction

Pour concevoir un objet architectural, l'architecte se documente. Des photos, des textes, des dessins, des maquettes, des montages... des éléments de toutes sortes vont ainsi être accumulés et travaillés. Du projet fini subsisteront certains de ces éléments qui

deviendront les traces du cheminement de la conception architecturale.

La plupart des outils actuellement développés pour les architectes sont ce que l'on pourrait appeler des «metteurs au propre». Ils aident l'architecte durant la deuxième phase de son intervention, lors de l'édition de plans et autres représentations détaillées et précises (ex : logiciels de DAO). Nos recherches s'inscrivent dans le cadre du projet MOPIA (Modélisation d'un Outil Partenaire Informatique pour l'Architecte) [Loisel98] qui s'intéresse à la première phase de l'intervention de l'architecte : la phase de création. L'ambition du travail présenté ici était de découvrir si les traces de conception sont réutilisables, quels peuvent être leurs intérêts et comment elles ont été exploitées. Pour cela, nous nous sommes intéressés aux aspects cognitifs de l'activité de projet et aux connaissances mises en jeu, à travers une série d'entretiens et d'expertises auprès d'architectes.

>Afin de bien situer notre intervention nous verrons dans une première partie, une présentation générale du problème de la conception architecturale et une synthèse des résultats que nous avons exploités en ingénierie des connaissances. Dans une deuxième partie, nous décrirons les expertises partielles pratiquées ainsi que l'utilisation d'un outil d'expertise développé pour recueillir les connaissances. La troisième partie présentera les modèles et les résultats obtenus.

## 2. Du processus de conception architectural

Pour notre intervention nous avons choisi d'épouser la position doctrinale des architectes [LoiselFol97] avec qui nous travaillons en collaboration et nous en présenterons les grandes lignes dans une première partie. Puis dans une

deuxième partie nous situerons nos travaux par rapport aux approches de l'ingénierie des connaissances sur lesquelles nous nous sommes basés.

## 2.1 L'architecture comme discipline artistique

L'architecture [Ency] est à la fois l'art de concevoir un objet architectural et l'objet qui est produit. Cette qualité d'art rend compte d'une dualité entre le sens actuel (création, travail de l'artiste) et l'origine latine (l'exercice d'un métier, et l'habileté, les connaissances acquises pour son exercice). L'architecte actuel conserve dans sa pratique cette dualité pour concevoir le parti et la réalisation d'un édifice et en diriger l'exécution.

Nous dirons que le projet est une proposition architecturale lancée par une demande programmatique (l'objet de la commande, la nature de l'intervention, les besoins...) réelle ou fictive. L'architecte ne se contente pas de répondre à un cahier des charges, il a une activité de création [Fol96] basée sur un questionnement en constante reformulation et une réécriture des termes du programme en fonction du contexte global de son intervention

Il ne s'agit donc pas d'un problème au sens habituel de la résolution de problèmes qui pourrait être abordé en appliquant une méthode plus ou moins établie. En effet :

- ✓ l'énoncé (le programme) est incertain, car même si une partie est formulée le processus inclut la découverte de nouveaux buts
- ✓ la validation de la solution choisie (l'objet architectural) est impossible car elle dépasse largement la vérification de quelques critères objectifs tels que le respect des budgets, des normes de sécurité, etc.

Nous considérerons que l'intervention de l'architecte dans un projet peut se décomposer en trois phases :

1. Phase de création
2. Phase de mise au propre
3. Phase de réalisation

Si ces trois phases apparaissent clairement dans le travail de l'architecte, le passage de l'une à l'autre n'est pas forcément tranché. Il peut être progressif et il peut même y avoir des retours en arrière. La première phase voit se dérouler les processus de recherche du 'parti architectural' (terme imagé mais désuet) dont la forme sera mise au propre et détaillée pendant la deuxième phase puis le cas échéant, réalisée durant la troisième phase.

Pour créer, l'architecte va se documenter, faire des essais, des dessins, des maquettes, des montages... des éléments de toutes sortes vont ainsi être accumulés et travaillés et leur nature évoluera avec l'avancement de la conception. Du projet fini subsisteront certains d'entre eux qui deviendront des traces de ce cheminement. Parmi ces éléments, l'image joue un rôle prépondérant c'est pourquoi nous nous sommes intéressés à ses aspects cognitifs.

## 2.2 Du point de vue de l'ingénierie des connaissances

"Notre approche ne vise pas à définir la conception architecturale dans sa complexité mais à essayer de connaître les savoirs impliqués dans la création. Pour cela, nous nous appuyons sur des techniques d'Intelligence Artificielle et d'Ingénierie des Connaissances." [Loisel98] Comme il est dit dans [Aussenac96] le double rôle des modèles en acquisition des connaissances est d'un côté, de conférer du sens, de comprendre au sens large, et d'un autre de spécifier la solution, c'est à dire un système à base de connaissances (SBC) opérationnel. Nous considérons à l'instar de [Matta96] que la démarche d'acquisition de connaissances est un processus de modélisation décrit en Fig1. Par rapport à ce schéma, notre travail actuel correspond à la deuxième phase : la recherche d'un schéma de modèle conceptuel (SMC) par raffinages successifs des expertises partielles.

Nous dirons avec [Aussenac96] que le SMC est une représentation abstraite du modèle conceptuel qui permet de le caractériser et qui rend compte en particulier de la méthode de résolution du système. Il caractérise la ou les tâches décrites dans le modèle, les méthodes de résolution de problème appliquées et la structuration du domaine associée. Il définit le rôle que jouent les connaissances dans la résolution de problème et les types d'opérations effectuées. Il constitue un cadre précis à partir duquel le cognicien peut analyser l'expertise et rechercher les connaissances du domaine jouant les rôles qu'il définit. Catherine Barry et Gilles Kassel synthétisent ainsi la définition du SMC dans [Kassel96]: le 'modèle conceptuel' désigne tout modèle d'expertise ayant vocation à jouer le rôle de modèle intermédiaire dans le processus de conception d'un SBC. Ils rappellent aussi que trois principales perspectives peuvent être utilisées pour l'analyse des connaissances mises

en jeu dans une activité de résolution de problème:

- ✓ Le cas traité qui correspond à la compréhension du problème à résoudre, c'est à dire les connaissances portant sur le système particulier soumis au raisonnement.
- ✓ Le domaine qui rend compte de régularités observées sur des classes de problèmes analogues, c'est à dire les connaissances portant sur les classes de systèmes analogues.
- ✓ Le contrôle qui rend compte des décisions à prendre pour étendre la compréhension du problème, de façon à en permettre la résolution.

Les connaissances de contrôle utilisent les deux autres types de connaissances pour faire évoluer la compréhension du problème jusqu'à obtention d'un résultat (Fig. 2).

### 3. Les d'expertises partielles

Dans cette partie, nous expliquons tout d'abord la démarche adoptée pour les expertises partielles qui permettent de développer et de tester nos modèles. Ensuite nous aborderons l'utilisation d'un outil d'expertise, les archi-granules, qui nous a permis de structurer les informations recueillies afin d'appréhender la structure complexe des connaissances mises en jeu.

#### 3.1 La conduite des expertises

Pour des raisons de disponibilité et d'organisation, nous n'avons pas pu mettre en pratique des méthodes d'entretiens très encadrés et nous travaillons surtout avec des étudiants de l'école d'architecture. Les expertises partielles telles que nous les pratiquons ne peuvent pas être dirigées au niveau de l'entretien, du moins pas dans une certaine mesure. En fait lorsqu'un architecte parle d'un projet il raconte l'histoire de sa conception comme il souhaite la raconter. Cela est dû, en premier lieu, au fait que pour ne pas gêner l'architecte dans son travail, nous ne pouvons l'interroger qu'à posteriori. Ceci lui laisse le temps et la possibilité d'analyser ce qu'il a fait, d'oublier des retours en arrière et de multiples détails. C'est cette vision des choses qu'il a retenue qu'il nous donne et non ce qui s'est réellement passé. En suite parce qu'il y a des points, des passages, de la conception qui sont intimes ou personnels pour l'architecte, il les passera systématiquement sous silence, du moins tant que l'on n'aura pas travaillé suffisamment longtemps avec lui pour qu'une certaine confiance s'instaure.

Plus que l'entretien en lui-même, c'est son dépouillement qui est dirigé par les réflexions menées jusque là. Dans cette deuxième phase surgissent des problèmes qui relèvent de l'acquisition des connaissances.

L'un des plus importants est la compréhension exacte du discours de l'architecte. Il y a une véritable nécessité d'étudier la terminologie employée par l'expert et les notions et le sens exact qu'il associe à chacun de ses termes. Ainsi entre deux collègues qui ont l'habitude de se côtoyer, on peut trouver deux notions sensiblement différentes sous un même terme ou le contraire, c'est à dire deux termes différents pour une même notion. Une fois ces ambiguïtés levées on peut alors trouver des regroupements dans les discours qui n'étaient pas évident au premier abord et éliminer des désaccords qui n'étaient que des malentendus. Ce point en particulier nous a amené à envisager un travail d'ontologie concernant les notions récurrentes de l'expertise pour essayer de lever des ambiguïtés et des imprécisions qui ont tendance à faire paraître les résultats des expertises plus compliqués et différents qu'ils ne le sont réellement. > développer le problème de l'ontologie

Une fois que l'on a réussi à clarifier les discours de l'architecte, apparaissent les problèmes de représentation et de mémorisation des résultats obtenus. Choisir un formalisme efficace et non ambigu pose un certain nombre de problèmes. Les premiers essais dans notre travail d'expertise nous avaient mené à développer un outil : les archi-granules.

#### 3.2 Les archi-granules, un outil d'expertise

Afin d'organiser les connaissances manipulées par l'architecte au cours d'un projet et recueillies lors des expertises nous avons développé les archi-granules dont des exemples complets et de plus amples informations sont données dans [Loisel98] [Grain97] [Barry97] et [ICCA97].

L'idée était que les éléments manipulés par l'architecte sont provisoires et permettent de décrire des connaissances en constante ré-élaboration en fonction de leur contexte. L'ensemble de ces connaissances est vu comme une structure d'interprétation où une connaissance renvoie à d'autres connaissances qui permettent de la définir, de la situer, de la contextualiser.

Des archi-granules, représentant ces éléments, sont créés afin d'organiser les connaissances et

les réflexions de l'architecte. Ils permettent de stocker des connaissances sous forme de micro-granules, c'est à dire des grains d'information plus ou moins fins saisis en langue naturelle.

Lorsqu'une réorganisation des connaissances doit avoir lieu ou qu'une nouvelle étape importante dans la démarche de l'architecte est décelée, une nouvelle couche du réseau est créée. Les archi-granules des précédentes couches se développent alors dans cette nouvelle couche. Le réseau se construit ainsi dynamiquement au fur et à mesure des expertises.

Lors du développement du réseau, un archi-granule peut être éclaté ou fusionner avec d'autres mais aucun micro-granule inscrit dans l'une de ses couches ne peut être supprimée. Ainsi, aucune connaissance ou idée convoquée à un instant donné ne peut jamais être complètement effacée. Cela représente le fait que toute information invoquée par l'architecte durant sa recherche ne puisse pas en suite être totalement ignorée.

En revanche, il est possible de mettre de côté une information jugée non pertinente en mettant en sommeil le micro-granule qui la contient à partir d'un niveau de couche donné. Un micro-granule ainsi mis en sommeil reste toujours bien présent sur la couche de l'archi-granule où il a été créé mais son contenu ne peut plus être aperçu directement à partir des nouvelles couches qui s'ajoutent à l'archi-granule après sa mise en sommeil.

Cette représentation étant compréhensible à l'architecte elle a avant tout amélioré le dialogue. Mais cet outil a aussi permis de mettre en avant et de valider trois caractéristiques intéressantes dans l'organisation des connaissances ainsi recueillies :

- ✓ Une structuration en couches : Chaque nouvelle évolution du projet correspond une évolution du réseau qui se fait dans une nouvelle couche.
- ✓ L'existence de notions de bases communes à beaucoup de projets : telles que le programme, le commanditaire, l'utilisateur, le site et l'objet.
- ✓ Des liens d'association entre les grains d'information

Cependant un certain nombre de problèmes sont apparus lors de l'utilisation des archi-granules, en particulier lorsque d'autres personnes que celles à l'origine de cette modélisation ont voulu mettre en place un tel réseau pour de nouveaux projets :

- ✓ Les archi-granules peuvent correspondre aussi bien à des objets qu'à des personnes et

contiennent des informations qui peuvent être des actions faites par ces personnes ou des données. La typologie des composants n'est pas clairement définie.

- ✓ En ce qui concerne le niveau de détail de la représentation, on ne sait jamais quand s'arrêter, quel niveau de détail adopter et si ce niveau de détail doit être uniforme pour tout le réseau.
- ✓ La signification de la mise en place d'une nouvelle couche varie du souci de clarté des schémas à la représentation d'un revirement drastique dans le processus de projet.
- ✓ L'ancrage des liens est assez flou et oscille entre les micro-granules et les archi-granules.

...

De plus, mis à part le texte, aucun objet multimédia (image, musique...) ne peut s'insérer facilement dans cette représentation ou seulement de façon indirecte. C'est d'autant plus regrettable qu'ils jouent un rôle important pour la formalisation de connaissances impliquées dans le processus de conception. Une évolution de cette représentation semble donc passer par une typologie de l'information contenue dans un archi-granule ou dans un grain ainsi que de la signification des liens d'association.

## **4. Etude cognitive du projet : Le processus et l'objet**

>La représentation des connaissances et des processus cognitifs amène toujours le problème du choix des perspectives et des langages textuels et/ou graphiques de formalisation. Nous verrons ici les différentes approches que nous avons envisagées et la structure que nous pensons adopter. Dans un premier temps nous expliquerons les types de connaissances utilisées par l'architecte et les aspects cognitifs de l'image que nous avons pu distinguer. En suite nous donnerons notre vision des processus cognitifs, impliqués dans l'activité de conception, qui utilisent et agissent sur ces connaissances. Enfin nous présenterons une autre perspective des connaissances, basée sur la métaphore du généraliste [Nanard96], et son application à la modélisation de l'évolution d'un projet sous la forme d'un parcours hypertextuel au sens de Bachimont.

### **4.1 La formalisation/typologie des connaissances**

Nous avons donc essayé de recenser les différents types de connaissances qui interviennent dans

l'activité de conception. Tout d'abord du point de vue d'un architecte donné il y a deux types de connaissances : les connaissances privées et les connaissances publiques. Par opposition aux connaissances privées, les connaissances publiques sont susceptibles d'être partagées par un grand nombre d'experts.

Ensuite l'architecte emploie des stratégies qui sont les lignes de conduite, les attitudes, les comportements qu'il peut adopter pour reformuler et travailler ses données, afin de faire avancer son processus de conception. Elles déterminent des manipulations, des remaniements, des axes de recherches motivés par la détection d'une lacune et/ou la détection d'une voie prometteuse. Ces connaissances de stratégie peuvent être privées ou publiques. Les connaissances de stratégies publiques sont des connaissances de stratégies connues et enseignées dans le milieu architectural. Par exemple, une stratégie pour ne pas se laisser enfermer trop tôt dans une forme est de rester le plus longtemps possible dans l'abstrait pour ne pas tomber dans le réel, car ce dernier limite l'originalité et bride la créativité. Ainsi l'architecte qui applique une telle stratégie générera, par exemple, au départ des représentations très abstraites pour formaliser ses idées. Les connaissances de stratégie privées sont très liées à la personnalité de l'architecte. Un architecte peut par exemple apprécier le contact des matériaux et choisir ainsi de systématiquement développer cet aspect dans ses ouvrages ou de façon plus exceptionnelle il peut par exemple sur un projet décider de volontairement faire abstraction ou prendre le contre-pied de certaines connaissances.

Les stratégies amènent l'architecte à opérer des transformations et des manipulations et pour cela à choisir des systèmes de représentation. Ces derniers mettent en jeu des connaissances opératoires permettant de maîtriser les techniques de représentation. Les connaissances opératoires peuvent être publiques, par exemple pour une formalisation, elles peuvent relever du savoir-faire en matière de dessin, d'aquarelle, de pliage, de maquette, etc. qui sont des outils de représentation enseignés durant le cursus d'architecte. L'architecte est cependant libre d'inventer et d'utiliser d'autres techniques personnelles, les connaissances opératoires alors utilisées seront privées.

Les connaissances de stratégies sont des connaissances permettant de répondre aux questions des niveaux intentionnel (quoi faire ?)

et fonctionnel (comment faire ?). Les connaissances opératoires répondent aux questions du niveau opérationnel (avec quoi le faire ?).

Les sensibilités et les préférences que peut développer un architecte et qui influenceront ses stratégies personnelles sont très liées à ses connaissances de culture générale. Les connaissances de culture générale sont privées du point de vue de l'architecture en générale et rassemblent tout ce qui n'est pas seulement du domaine architectural et qui participe à la personnalité de chaque architecte.

Les connaissances du cas sont un cas particulier des connaissances manipulées. C'est ce que l'architecte retient de l'interprétation des informations qu'il a reçues et qu'il s'est procuré à propos du projet en cours. La notion de connaissances du cas n'a de sens que par rapport à un projet, elle est donc par essence éphémère. Les connaissances du cas publiques sont par exemple celles qui sont données dans le programme et qui sont 'imposées' à tout architecte intervenant. Les connaissances du cas privées sont plus difficiles à appréhender. Ce sont des connaissances du cas particulier que l'architecte a reçues ou recherchées mais qui n'ont à priori aucune raison d'intéresser ou d'être disponibles pour les autres. Par exemple l'historique du site d'intervention peut être intéressant pour un architecte et totalement inutile à un autre qui n'aurait pas inclus ce genre de considérations dans ses stratégies. Même si elles ont un statut éphémère, toutes les connaissances du cas acquises ne disparaissent cependant pas avec la fin du projet, certaines viennent se greffer aux connaissances de culture générale.

En fonction des connaissances mises en jeu dans un processus de conception on peut ainsi expliquer les différences ou les similitudes des réponses apportées. Notons cependant que le vécu et l'expérience ne donnent pas uniquement des connaissances privées ou de culture générale. Si une expérience amène un architecte à consulter un ouvrage de référence du domaine architectural ce n'est pas pour autant une connaissance privée : Si une connaissance du domaine est acquise, elle a dès lors le même statut que les autres connaissances du domaine. Ce n'est pas uniquement la façon dont une information est reçue qui détermine la connaissance que l'on peut en tirer, mais aussi et surtout la nature de cette information.

Cette dernière remarque introduit un dernier type de connaissances que sont les connaissances du domaine. Ces connaissances définissent les concepts de la science architecturale. Les connaissances du domaine sont en grande majorité des connaissances acquises lors de l'enseignement ou de la documentation architecturale. Je ne pense pas que l'on puisse parler de connaissances du domaine privé dès lors que toutes les connaissances du domaine sont communes à tous les experts de ce domaine en ce sens que tout architecte connaît les concepts majeurs et son statut d'expert lui permet d'appréhender tous ceux qu'il pourrait ne pas encore avoir rencontrés.

Le problème posé par les connaissances du domaine mises en jeu lors du processus de conception c'est qu'elles ne sont pas relatives à l'état de l'art comme cela peut être envisageable en médecine, mais relatives à l'architecte qui travaille sur le projet étudié. Même si par nature elles sont publiques, leur somme et leur utilisation restent personnelle. Le processus de création est en cela individualisé et personnalisé.

Une formalisation peut donc être une représentation d'une connaissance ou d'un ensemble de connaissances privées ou publiques issues de l'un de ces cinq domaines.

> Dans [] nous nous étions intéressés au cas particulier de l'image comme représentation de connaissances. Nous la définirons comme une représentation visuelle n'ayant pas uniquement valeur de texte.

cf autre article pour l'exemple des images et un travail de classification qui mène aux conclusions.

Une fois encore on ne saurait classer de façon précise et unique une image, l'évaluation de ce critère dépendant de la sensibilité et de l'interprétation de chacun.

#### **4.2 Les processus décisionnels**

>Ce qui nous intéresse dans cette partie, ce sont les processus de l'activité de conception pour essayer de comprendre les mécanismes de production des éléments. Pour reprendre la schématisation de Hervé Delamare [Delamare96], nous dirons que l'activité de projet met en jeu trois grands types de processus (la création, la spécification et la réalisation en Fig.4 ) qui, dès qu'ils ont commencé, se poursuivent tous les trois jusqu'à la fin du chantier de réalisation.

La partie fondamentalement créatrice de l'activité de conception architecturale est celle qui

intervient entre la prise de connaissance d'une volonté de construire et le début des spécifications. La limite en aval de cette partie se situe au moment où les formalisations deviennent suffisamment élaborées pour être une représentation globale d'une solution possible. L'activité de conception se poursuit ensuite mais à un degré de détail plus fin jusque sur le chantier où elle sera utile de façon ponctuelle pour trouver des réponses à des problèmes ou des situations qui n'avaient pas été envisagées.

>Revoir avec le nouvel article (trois niveaux). Nous dirons avec Edgar Morin [Morin86], que l'architecte conçoit d'abord une théorie au sein de laquelle il concevra son bâtiment et que c'est par rapport à cette théorie qu'il cherchera à valider sa réponse. En réutilisant ce point de vue on peut distinguer deux niveaux :

- ✓ Niveau 1 : Conception au sein d'une théorie qui permet de concevoir, de mettre en forme, d'instancier.
- ✓ Niveau 2 : Conception d'une théorie nouvelle par une activité de manipulation de l'information et de simulation graphique.

Le niveau 1 et le niveau 2 sont toujours très liés. Le niveau 1 peut faire appel au niveau 2 par exemple : A partir du travail de conception sur un objet d'un domaine, on se crée une idée nouvelle de ce domaine. On établit de nouvelles lois, on recherche de nouveaux principes pour la création d'une nouvelle théorie. Et le niveau 2 peut faire appel au niveau 1 par exemple la conception d'une nouvelle théorie a toujours besoin de s'exemplifier. Les images issues du niveau 2 seront généralement plus abstraites et moins descriptives que celles issues du niveau 1.

Durant la première phase l'architecte va donc se forger une théorie sur le projet. Pour cela il va envisager un certain nombre de thèmes et idées parmi lesquels il lui faudra privilégier un sous-ensemble cohérent qui seront les idées fondatrices de son projet. Ce sont ces idées fondatrices qui, une fois raisonnées et éprouvées, lui servent de lignes directrices pour sa recherche et que nous appellerons le concept.

Comme l'ont montré les travaux [ICCA98], le concept n'est pas forcément formulable. Il peut par exemple inclure des composantes kinesthésiques le rapprochant de la notion de schème décrite par Kant. Il ne faut donc pas confondre le concept et son expression. Le terme lui-même n'est pas constant, on peut retrouver cette notion sous des appellations aussi différentes que : thème, idée, parti, schème,

intention, ligne directrice, fil conducteur. Le concept est le lien fédérateur de l'ensemble des constituants de la théorie et la théorie est l'ensemble des déclinaisons, des amendements, et des cas particuliers, du concept qui la fédère. La théorie et le concept sont les garants d'une cohésion globale.

L'architecte Hervé Delamare s'est exprimé ainsi à l'occasion d'une réunion autour d'un projet avec ses collègues : "Le concept que nous proposons doit être discuté, amendé, affiné, remis en cause éventuellement afin d'admettre le plus large assentiment de toutes les parties, et ce, préalablement aux premières mises en formes du projet. Une fois accepté dans sa forme définitive, le concept doit prendre un rôle prépondérant d'outil d'élaboration. Toute proposition, modification, adaptation, générale ou ponctuelle doit lui être confrontée avant validation. Le concept est le garant de la cohérence globale du projet. Il convient, à cet égard, que chaque intervenant soit conscient qu'une quelconque demande, toute légitime qu'elle puisse paraître, peut ne pas être retenue, parce que non conforme à l'idée générale du projet. Nous apporterons un soin particulier à expliquer notre démarche dont l'importance est sans doute équivalente à celle du concept même." [Delamare95]. Le concept est donc non seulement la clef de voûte de l'agencement d'idées qui forment la théorie, mais c'est aussi le garant de la cohérence dans un groupe de travail. Dans ce dernier cas il faut que le concept s'exprime et se communique pour recueillir un assentiment et une adhésion qui assureront la qualité du travail en commun. Traduire le concept pour l'exprimer revient, en générale, à chercher un mot ou une phrase très fortement expressifs du concept mais cela peut aussi faire appel à d'autres formalisations.

Pour reprendre le point de vue du philosophe Jaques Fol, on dira que le processus de conception de cette théorie peut être vu de l'extérieur comme une succession de moments de visibilité et d'opacité. L'analyse et la modélisation, qui sont à l'origine de la théorie, font partie de l'opaque, c'est à dire de ce qui ne peut être perçu de l'extérieur. Ce sont des processus cognitifs qui ne se manifestent que lorsque l'architecte matérialise une image mentale issue de sa théorie. L'image mentale est une projection de la théorie selon un point de vue particulier. Sa formalisation rend perceptible une expression d'un aspect de la théorie que se construit l'architecte. Ces expressions sont de

l'ordre du perceptible mais ne sont pas forcément interprétables pas autrui. Le processus d'analyse se fait continuellement et intègre tout ce qui est à la portée de l'architecte. Même lors d'une formalisation, l'analyse travaille car une expression permet de présenter et re-présenter des informations à l'esprit. Elle peut permettre de communiquer ou de mémoriser mais aussi de ré-interpréter quelque chose. On peut ainsi représenter pour stimuler.

L'élaboration de la théorie fait appelle à trois processus. Le premier est une accumulation d'informations. L'architecte sélectionne parmi les documents issus de ses recherches, de ses rencontres et de son travail de formalisation, ceux qui pour lui font sens par rapport à sa théorie. Il peut ainsi approfondir sa connaissance pour sortir des clichés, des préjugés et autres 'fausses bonnes idées' et palier à ses lacunes et ignorances. L'architecte va puiser aussi bien dans le monde qui l'entoure qu'en lui-même. Il y a la même démarche de recherche et de rencontres dans le monde intérieur de l'architecte et dans son monde extérieur. Il ne s'agit pas uniquement d'engranger des informations, l'architecte doit aussi savoir faire abstraction de tout ou partie de certaines informations. Par exemple faire abstraction des détails technique pour trouver son concept ou abstraction de certains éléments du programme dont le choix peut ne pas être judicieux à ces yeux. En général au début du projet l'accumulation est très ouverte et tend à devenir plus ciblée avec l'avancement du projet.

Le second processus est la mise en forme qui s'appuie sur toutes les formes d'expression auxquelles l'architecte peut avoir recours pour présenter, se représenter, projeter et mémoriser des points de vue qu'il a sur le projet et sa théorie. La formalisation permet de juger l'idée ; l'architecte cherche à palper l'idée 'pour voir ce que ca donne'. La confrontation d'idée peut ainsi se transformer, par exemple, en une confrontation de croquis, les formalisations permettent une confrontation quasi physique des différents options. Mettre en forme c'est interpréter la théorie pour lui donner une forme qui respecte ses contraintes et la matérialise, c'est la réaliser à travers des représentations. Toute mise en forme est susceptible d'aller nourrir le processus d'accumulation. En général les formalisations passent petit à petit du niveau de conception de la théorie à la conception au sein de la théorie c'est à dire la mise en forme spatiale. Ce passage est



souvent sur la pente du continuum entre l'abstrait et le concret.

Le troisième est l'activité centrale de la conception, c'est l'élaboration d'une théorie pour concevoir. La conception de la théorie c'est le travail du fond par opposition au travail de la forme. Elle inclut l'analyse et supervise toute accumulation et mise en forme durant toute la durée du projet. Elle est à la fois initiatrice et consommatrice de toutes les accumulations et de toutes les mises en formes. C'est en particulier l'analyse d'un élément qui décide de sa pertinence par rapport au reste de la théorie en gestation. Après chaque recherche de documents, de données, il faut un certain temps à l'architecte pour bien les assimiler et en faire le tri. Il y a un temps d'assimilation (l'architecte absorbe la connaissance du 'domaine du cas'), et un temps d'intégration (l'architecte intègre/répercute cette connaissance sur son projet). Il 'digère' la connaissance puis utilise ce qu'il en a retenu et recadre son travail en tenant compte de cette nouvelle substance et de son interaction avec le reste de la théorie. Cela peut faire penser au travail d'un potier avec la glaise : il peut rajouter de la matière première mais il faut alors retravailler et éliminer les excroissances pour retrouver la cohérence et l'harmonie du tout.

Le schéma Fig.5 synthétise cette description des processus cognitifs. Il faut être cependant conscient du fait que dans cette représentation les termes d'accumulation, d'élaboration d'une théorie et de mise en forme désignent des processus changeant selon l'avancement du projet, le type de projet et le type d'architecte. Les processus eux-mêmes sont inconstants et par exemple le processus d'accumulation n'est pas le même selon que l'on est au début ou à la fin de l'activité de conception. Ce schéma montre bien comment une formalisation peut être générée et réintégrée : L'accumulation d'informations et de connaissances nourrissent le processus d'élaboration de la théorie. Cette théorie donne lieu à des mises en formes et donc des formalisations qui s'inscrivent à nouveau dans l'ensemble des informations disponibles et interprétables du monde extérieur.

### **4.3 Connaissance macroscopique et hypotextualité**

Nous avons vu la complexité des connaissances impliquées dans l'activité de conception et nous venons de présenter un schéma des processus mis en jeu. Ces réflexions soulignent la difficulté de

mettre en place des critères pertinents de catégorisation des formalisations. Pour lever cette dernière difficulté nous avons envisager la connaissance véhiculée selon une autre perspective.

Dans l'article [Nanard96] Marc Nanard et ses collègues introduisent la notion de connaissance généraliste pour expliquer qu'un système d'aide à l'exploitation des connaissances n'impliquait pas nécessairement une compréhension experte des connaissances manipulées. Il peut manipuler des connaissances en utilisant ce qu'il sait de la forme qu'elles peuvent prendre, ce qui revient à parler d'un savoir généraliste sur le domaine par opposition à un savoir expert.

"L'approche retenue repose sur la métaphore du généraliste par opposition à la métaphore de l'expert, actuellement la plus couramment utilisée. Très schématiquement, alors qu'un expert connaît en profondeur son domaine restreint, un généraliste a seulement la connaissance de l'existence des éléments essentiels d'un domaine plus vaste mais, en revanche, il sait où trouver des informations les concernant. Nous dirons qu'il a une connaissance macroscopique du domaine. (...) La métaphore du généraliste est représentative du couplage entre deux niveaux de représentation : celui d'une connaissance vaste mais peu fouillée destinée à permettre des raisonnements globaux et celui des archives dans lequel se trouve l'information précise cherchée." [Nanard96].

Ce point de vue n'est pas incompatible avec l'approche experte : "L'acquisition de connaissance généraliste par rapport à celle de connaissance experte peut contribuer utilement à la mise en forme du savoir et l'aide à la recherche d'information pour l'acquisition de connaissance humaine mais peut aussi constituer une phase préalable à l'extraction de connaissances expertes à partir de texte." [Nanard96]. On redécouvre en fait ici le principe de l'aide à la navigation qui consiste à aider l'utilisateur à se diriger, à se repérer en lui donnant des outils de visualisation, de représentation, des outils de navigation mettant à profit une connaissance superficielle du domaine où ils évoluent.

L'idée est donc de regarder quelle connaissance généraliste peut être utilisée pour manipuler des éléments du multimédia de la conception architecturale. Cette connaissance macroscopique peut déjà permettre de mettre en place des structures de recueil des connaissances en utilisant les avantages d'une organisation

généraliste suffisamment souple et peut contraignante. Cette structure d'accueil permet ensuite à son utilisateur de manipuler et d'accéder à une connaissance beaucoup plus dense et précise, c'est à dire d'un niveau d'expert en architecture.

Deux points importants ont guidé notre choix d'un formalisme de représentation : Le cahier créatif [Barry97] [ICCA97] et les résultats obtenus avec les archi-granules. Le cahier créatif peut prendre la forme d'un dossier, d'un cahier ou d'une multitude de petits carnets dans lesquels l'architecte insère des images du texte, fait des montages et des annotations. Cet objet peut aussi n'avoir aucune réalité physique et n'exister que dans l'esprit de l'architecte. Dans les deux cas on ne lui reconnaît aucune structure propre si ce n'est celle d'un hypertexte au sens où l'entend Bruno Bachimont [Bachimont97], c'est à dire un «réseau de nœuds d'information auquel aucun sens n'a encore été donné». Lorsqu'il en ressent le besoin l'Architecte arrête sa collecte pour faire une synthèse partielle qui consiste en fait à venir inscrire une textualité dans le flot des informations qu'il a accumulées, c'est à dire «relier des nœuds d'information pour donner du sens».

Nous avons aussi pu vérifier sur plusieurs exemples que la structuration sous forme d'un réseau d'archi-granules permet de représenter de manière souple et compréhensible pour l'expert, une partie des connaissances utilisées par l'architecte pendant le processus de conception. Ne contenant aucun sens a priori elle se présente aussi comme une structure hypertextuelle, et c'est par la relecture du réseau et donc l'actualisation du parcours que l'expert peut construire du sens. L'ensemble de ses remarques nous a amené à faire une proposition de représentation des connaissances.

#### **4.4 Le parcours hypertextuel du projet**

Les éléments manipulés par l'architecte sont de toute forme (musique, texte, vidéo, son...) et de toute nature (artistiques, techniques, scientifiques...). Un élément représente tout ce qui existe et peut être pensé par l'architecte Le multimédia d'une activité de conception architecturale dépasse, et de beaucoup le multimédia informatique actuel et pour cela, techniquement parlant, nous ne pouvons chercher à s'y substituer. Par contre on peut regarder, de façon générale, les points communs à l'utilisation et l'exploitation des ces éléments.

Les éléments de la conception sont la matière première sémantique apportée, travaillée et produite lors de l'élaboration de la théorie. Leur utilisation est déterminée par l'interprétation qu'en fait l'architecte, c'est à dire les sens qu'il voit en eux. Du point de vue de la représentation d'un élément, cela signifie que deux aspects sont essentiellement importants :

- ✓ Le pointeur
- ✓ Les ancrages sémantiques

Le pointeur est une référence exacte et précise qui permet de désigner l'élément en question de façon unique. Le pointeur peut être direct (Le texte, l'image, le son... bref le document multimédia en question qui aura été numérisé) ou il peut être indirect (ex : collage pour la recherche du parcellaire page 8 du carnet bleu, film Dune de David Lynch, photo page 12 du catalogue XYZ...).

Il est bien entendu qu'il ne s'agit pas de faire un double numérique de tous les éléments. Ce serait inutile, car nous ne saurions pas les exploiter, infaisable car certains documents font appel au toucher, à l'odorat ou sont des films de plusieurs heures, et cela rendrait l'outil final contraignant et totalement non convivial. De toute façon cela n'aurait aucun sens puisque le choix de l'outil que fait l'architecte est consubstantiel à sa démarche. Si l'architecte choisit d'utiliser une machine à écrire Remington pour se replacer dans l'ambiance des romans policiers, aucune simulation ou outil de substitution aussi réaliste soit-il ne saurait le contenter. Le pointeur est uniquement un moyen de désignation.

Par contre les ancrages sémantiques sont totalement changeants, inconstants et personnels. Ce sont les apports sémantiques que l'architecte reconnaît à l'élément, auquel ils sont associés, lorsqu'il l'interprète. Ils justifient la référence à l'élément. C'est ce que l'architecte compte exploiter et ce pourquoi il a sélectionné cet élément. C'est cette interprétation qui, pour l'architecte, intervient dans la conception de sa théorie plus que l'élément réel en lui-même.

Un ancrage sémantique peut être :

- ✓ Une interprétation que l'architecte fait de l'élément
- ✓ Une partie de l'interprétation que l'architecte fait de l'élément
- ✓ Une interprétation que l'architecte fait d'une partie de l'élément
- ✓ Une partie de l'interprétation que l'architecte fait d'une partie de l'élément

L'ancrage sémantique est donc un élément d'interprétation ayant un niveau de granularité plus ou moins élevé par rapport à un point de vue global de l'interprétation et de l'élément.

Nous dirons qu'à l'origine un élément regorge d'ancrages sémantiques possibles, des hypo-ancres, c'est à dire qu'il contient une multitude d'apports sémantiques qui n'intéressent pas forcément l'architecte. Suffise pour nous en convaincre, de considérer les multiples interprétations faites et les évocations perçues par différentes personnes d'une même image ou d'une même musique. Si l'architecte sélectionne un élément c'est qu'il voit en lui des éléments de sens intéressants. Ces hypo-ancres auxquelles s'intéresse l'architecte justifient l'accumulation de l'élément. Nous dirons qu'en les mettant en avant l'architecte en fait des hyper-ancres c'est à dire des points d'ancrage sémantique exploitables pour l'élaboration de la théorie.

Lorsqu'un architecte fait référence à un élément il n'utilise pas le pointeur tel que je viens de le définir mais plutôt un 'surnom' qu'il lui a donné, un raccourci intellectuel. Cette dénomination fait partie du processus d'appropriation, et en général on s'aperçoit qu'elle fait partie des ancres sémantiques associés à un élément ou qu'elle les résume. Il faut donc envisager ce troisième attribut comme oscillant entre le statut d'attribut à part entière, celui d'ancrage sémantique et celui de pointeur personnalisé, c'est à dire laisser la possibilité à l'architecte de le définir ou de ne pas le définir comme un ancrage et de l'utiliser pour faire référence à cet élément lors des manipulations.

Enfin d'un point de vue général, on peut noter qu'il y a deux grands types d'éléments : ceux qui ont déjà été associés à des projets et ceux qui sont en réserve et forment ce qu'un architecte a appelé sa caverne d'Ali Baba parce qu'ils se sont vus reconnaître des ancres intéressants mais qui n'ont pas encore été exploités.

Tout ce qui relève de la création artistique et non de la représentation technique pose un problème d'interprétation. "L'art est dans l'œil de celui qui regarde, vous savez ce que vous croyez et l'artiste croit ce qu'il sait" [Minuit98]. Mais en plus de l'interprétation que l'architecte fait d'une image il nous faut le discours qui s'appuie dessus afin de comprendre toutes les articulations de la théorie. C'est le discours qui donne le contexte de lecture d'un élément et il est fixé par l'architecte qui l'exploite.

Après avoir été sélectionné, l'élément va donc être ancré dans la théorie pour faire sens par rapport aux autres éléments. Le discours peut faire apparaître des liens et des relations. Le lien entre un élément et la théorie élaborée est un faisceau de liens et de relations entre cet élément et les autres éléments de la théorie. Les relations entre les éléments peuvent être complémentaires, concurrentes, antagonistes... on les représente par un ou plusieurs liens instaurant une relation entre leurs ancres sémantiques ou hyper-ancres respectives.

Un lien simple ne peut être qu'à sens unique et dénote uniquement une référence à un autre élément. C'est une sorte de raccourci ou de passerelle équivalent à un lien hypertexte classique. C'est le seul lien qui n'exprime rien de particulier et pour cela c'est le seul lien qui ne se fasse pas sur un ancrage sémantique et qui n'ait pas de libellé. C'est le lien référent.

Ensuite viennent des liens de relations. Nous dirons qu'un 'discours annotateur' introduit une relation unaire qui annote un ancrage sémantique dans un discours à son propos. Alors que nous dirons qu'un 'discours d'implication' introduit une relation n-aire qui implique n différents ancres sémantiques.

Aux éléments multimédiatiques viennent donc s'ajouter les éléments de discours qui sont les libellés des relations. Le contexte de lecture d'un élément de discours inclut le texte qui le compose et les ancres qu'il utilise. On rejoint ici la notion de cadre de lecture défini dans [Nanard96] à propos des ancres dans un hypertexte, les différences principales étant que les liens ne se font pas entre des textes mais à travers des textes qui définissent les relations et que le contexte de lecture introduit des éléments non textuels : les éléments multimédiatiques dont sont issus les ancres. (ou une partie de cet élément)

Un ancrage peut être le point de départ de plusieurs liens. Un discours peut faire allusion à un autre discours il faut donc prévoir des liens entre les discours. Il y a une multitude de liens et de relations possibles entre les différents ancres sémantiques de tous les éléments. Cependant seuls certaines relations et donc certains liens seront effectivement exploités par l'architecte. L'ensemble des liens et des relations qu'il édite représente son parcours dans l'hypotextualité de l'ensemble des éléments accumulés. Dans l'accumulation initialement non structurée des éléments qui lui font sens, l'architecte cherche

ainsi une cohérence et une textualité qui lui donneront sa théorie. (hypo-lien / hyper-lien)

Nous avons caractérisé un élément non seulement par le sens qu'il apporte mais aussi par l'influence qu'a ce sens sur les autres éléments à travers les liens et les relations. Les liens rendent compte de cette influence en la délimitant dans l'espace des connaissances manipulées, mais il manque la notion de délimitation dans le temps de cette influence : Quand est-elle apparue ? Et jusqu'à quand a-t-elle été présente ?

Cette notion d'évolution avait été pressentie lors du choix d'une organisation en couches et de la possibilité de mise en sommeil dans la représentation par archi-granules. Cependant nous essaierons d'être plus précis en distinguant deux temporalités : celle des éléments et celle des liens/relations.

La temporalité des éléments est une datation. Cet attribut vient s'ajouter aux précédents pour mémoriser à quel moment un élément a été rattaché à un projet.

La deuxième temporalité introduit une datation des liens et des relations qui permet un historique de leur organisation et leur évolution. On peut ainsi 'revivre' l'apparition, l'évolution et le cas échéant la disparition d'un lien ou d'une relation. Ces deux nouvelles dimensions permettent de rendre compte de l'aspect dynamique du processus et de le mémoriser.

Pour résumer nous obtenons donc un réseau hypertextuel d'éléments multimédiatiques définis par leurs ancrages sémantiques, un pointeur, une dénomination et une datation. Le réseau s'organise dans l'espace des connaissances à partir des ancrages sémantiques et à travers les relations du discours. Il s'organise dans le temps en répartissant les éléments et les relations selon l'axe chronologique du projet.

## 5. Conclusion

>L'ambition de notre travail était de découvrir si les traces de conception sont réutilisables, quels peuvent être leurs intérêts et comment elles ont été exploitées. Pour cela, nous nous sommes intéressés aux aspects cognitifs de l'activité de projet et aux connaissances mises en jeu, à travers une série d'expertises partielles. En multipliant ces entretiens nous cherchons à raffiner, valider et fusionner les différents modèles que nous avons obtenus, dans le but d'arriver à trouver des modèles suffisamment stables pour permettre de développer les premiers outils.

Nous savons que les traces sont des éléments qui ne font sens que par rapport à un projet pour lequel ils ont été sélectionnés, aux ancrages sémantiques qui leurs ont été attribués et aux liens et relations qui les ont exploités. Une trace en tant qu'élément subsistant d'un projet, doit retrouver son contexte si on veut qu'elle livre ses secrets. La représentation hypertextuelle de l'activité de projet que nous avons présentée dans cet article vise à recréer ce contexte en permettant de mémoriser le discours de l'architecte et de visualiser chaque élément en recréant une notion de proximité avec les autres éléments auxquels il est relié par des liens et des relations. L'aspect dynamique du processus de projet et le parcours de l'architecte sont représentés par des datations permettant de mémoriser les évolutions du réseau. Tout comme un bâtiment peut rester muet si on ne peut restituer son contexte culturel d'origine, une trace de conception peut être impénétrable si on ne peut restituer son contexte de lecture et les ancrages sémantiques justifiant son intervention.

## Remerciements

A Thierry Paquet pour ses interventions dans les expertises et son aide pour le travail sur l'image.

Aux professeurs de l'école d'architecture de Rouen en particulier M. Retbi et M. Jacques Fol.

A Marc Gosselin étudiant diplômable de l'école d'architecture de Rouen pour sa disponibilité et les discussions fructueuses que nous avons eues.

Aux étudiants INSA de l'UV ICCA pour le travail de groupe qu'ils ont fourni.

Aux étudiants l'école d'architecture de Rouen pour leur patience et le temps qu'ils nous ont accordé

Aux participants du colloque IC'98 pour des présentations et des discussions fructueuses.

## Bibliographie

[Aussenac96]

Titre : Acquisition et ingénierie des connaissances – Tendances actuelles

Chapitre 1 : L'acquisition des connaissances : une composante à part entière de l'informatique du futur.

Auteurs du chapitre : Aussenac-Gilles, Laublet, Reynaud

Auteurs de l'ouvrage : Aussenac-Gilles, Laublet, Reynaud

Editeur : Cépadués - éditions

Année : 1996

- [Bachimont97]  
Titre : Du texte à l'hypertexte : les parcours de la mémoire documentaire.  
Auteur : B. Bachimont  
Revue : Technologie, Idéologie, Pratiques  
Année : 1997
- [Barry97]  
Article : Le cahier créatif augmenté par un réseau d'archi-granules.  
Auteurs du chapitre : Gréboval-Barry Catherine, Loisel Régine  
Année : 1998
- [Delamare95]  
Titre : Restructuration et extension d'un bloc opératoire d'hôpital  
Auteur : Hervé Delamare  
NB : Annexe du rapport "Les modèles de base". UV ingénierie des connaissances en conception architecturale  
Année : 1996
- [Delamare96]  
Titre : Approche du processus de conception architecturale à partir d'une discussion sur le rôle et les sens des images produites, essai de modélisation.  
Auteur : Hervé Delamare  
Année : 1996
- [Ency]  
 Références encyclopédiques :  
 ✓ Le Petit Robert 1996  
 ✓ Le Petit Larousse 1980  
 ✓ L'Encyclopédie Universalis  
 ✓ L'Encyclopédie Encarta
- [Fol96]  
Titre : Revue d'Esthétique n°29  
Article : Condition Artistique de l'Architecture, l'architecture ne théorie  
Auteur : Jac Fol  
Année : 1996
- [Grain97]  
Article : Structuration dynamique des objets de connaissances architecturales en conception.  
Auteurs du chapitre : Groupe de Recherche en Architecture et en Informatique de Normandie  
Année : 1997
- [ICCA96]  
 Rapports de l'UV Ingénierie des Connaissances en Conception Architecturale année 1995-1996
- [ICCA97]  
 Rapports de l'UV Ingénierie des Connaissances en Conception Architecturale année 1996-1997
- [ICCA98]  
 Rapports de l'UV Ingénierie des Connaissances en Conception Architecturale année 1997-1998
- [Jungmann]  
Titre : L'image en architecture, de la représentation et de son empreinte utopique  
Auteurs de l'ouvrage : Jean-Paul Jungmann  
Editeur : Editions de la Villette
- [Kassel96]  
Titre : Acquisition et ingénierie des connaissances – Tendances actuelles  
Chapitre 9 : Opérationnalisation de Modèles Conceptuels : Le Générateur AIDE.  
Auteurs du chapitre : Gilles Kassel , Catherine Greboval-Barry.  
Auteurs de l'ouvrage : Aussenac-Gilles, Laublet, Reynaud  
Editeur : Cépadués – éditions  
Année : 1996
- [Lebahar]  
Titre : Le dessin d'architecte : simulation graphique et réduction d'incertitude  
Auteurs de l'ouvrage : Jean-Charles Lebahar  
Editeur : Parenthèses
- [Loisel98]  
Titre : Actes IC'98 (Pont-à-Mousson)  
Article : Expertise dans le cadre d'un processus de conception : un exemple en architecture.  
Auteurs du chapitre : Loisel Régine, Gréboval-Barry Catherine  
Année : 1998
- [LoiselFol97]  
Réponse à appel d'offres (JIS) : Savoirs et Instrumentations pour la conception lorsque la création artistique croise la production  
Auteurs du chapitre : R. Loisel, C. Gréboval-Barry, J. Fol, T. Paquet, A. Viola, M. Prince  
Année : 1997
- [Matta96]  
Titre : Acquisition et ingénierie des connaissances – Tendances actuelles

Chapitre 2 : Le schéma du modèle conceptuel,  
étape dans la modélisation des connaissances.

Auteurs du chapitre : Nada Matta, Nathalie  
Aussenac-Gilles

Auteurs de l'ouvrage : Aussenac-Gilles, Laublet,  
Reynaud

Editeur : Cépadues – éditions

Année : 1996

[Minuit98]

Film : "Midnight in the garden of god and devil"

Année : 1998

[Morin86]

Titre : La Méthode.

Volume : 3. La connaissance de la  
connaissance.

Auteur : Edgar Morin

Année : 1986

Editeur : Editions du Seuil

[Nanard96]

Titre : Acquisition et ingénierie des  
connaissances – Tendances actuelles

Chapitre 15 : La métaphore du généraliste :  
Acquisition et utilisation de connaissances  
macroscopiques sur une base de documents  
techniques.

Auteurs du chapitre : Marc Nanard, Jocelyne  
Nanard, Jacques Chauche, Anne-Marie  
Massote, Alain Joubert, Henri Betaille.

Auteurs de l'ouvrage : Aussenac-Gilles, Laublet,  
Reynaud

Editeur : Cépadues – éditions

Année : 1996