

Urgence des recherches sur la conception architecturale

Réponse à Philippe Boudon

Michel Conan

*Centre scientifique et technique du bâtiment
4, avenue du Recteur Poincaré
75782 Paris Cedex 16
France*

Résumé

Les recherches sur la conception architecturale ont été stimulées à la fin des années soixante par les premiers essais de simulation de la créativité du cerveau humain. Ceux-ci cherchaient à rendre compte par des analyses de système des processus d'induction dont Hadamard et Poincaré avaient fourni les descriptions canoniques.

Christopher Alexander, qui cherchait à analyser les processus de création de formes dans l'espace, a perçu la nécessité d'approfondir les modèles théoriques de l'induction. Il s'est tourné vers les conceptions probabilistes de l'induction développées par Carnap. En dépit de son ingéniosité, sa théorie n'a pas été confirmée par les recherches empiriques qu'elles a suscitées. Lui-même s'en est éloigné, se tournant vers une idée profondément imbue de métaphysique de la conception architecturale; opposant, en quelque sorte, science et architecture après avoir tenté vainement d'en démontrer l'identité profonde.

Un examen prudent des rapports entre ces deux domaines de la pensée fait apparaître des différences profondes quant au statut de la vérification, aux formes sociales d'établissement de la légitimité d'un problème, au rapport entre travail intellectuel et contraintes matérielles, mais aussi un aspect central commun: l'importance de la pensée analogique. Ceci appelle sans doute à la collaboration avec les sciences de l'intelligence artificielle plutôt qu'au rejet manifesté par Alexander, mais aussi à la prise en compte de ce qui fait la différence entre science et architecture. Cela suggère que la conception architecturale ne devrait pas se donner pour seuls modèles les systèmes experts.

Summary

Towards the end of the sixties research on architectural conception was inspired by the first attempts at simulating the human brain's creativity. These attempts were using systemic analysis in order to duplicate the inductive processes formally described by Hadamard and Poincaré.

Christopher Alexander perceived the need to better develop the theoretical models of induction while he was attempting an analysis of the process through which spatial forms are being created. He used the probabilistic conception of induction developed by Carnap. Despite its ingenuity, his theory was not verified by the empirical research it prompted. Alexander then forsook his first approach and turned towards a deeply metaphysical view of architectural conception; in this he contrasted science with architecture, after having failed to demonstrate that they were fundamentally identical.

If we try and carefully analyse the relationship between these two domains of thinking we discover important differences in the status attributed to verification, in the social forms defining the legitimation of a problem, as well as in the relation between intellectual work and material constraints. But a central, common aspect is also revealed: the importance of analogical thinking. This fact probably suggests that researchers interested in architectural conception should collaborate with those sciences that are concerned with artificial intelligence rather than reject them as Alexander did. However, the differences between science and architecture must remain accounted for. In that sense, architectural conception should not use expert systems as sole models.

1. Introduction

Philippe Boudon souligne l'importance accordée en France à une recherche scientifique ou expérimentale qui a pour objet d'étudier le projet en termes de conception. Tout en reconnaissant l'intérêt de recherches qui portent par ailleurs sur le projet, il met l'accent sur la conception et suggère un premier cadre d'analyse distinguant deux objets: le processus de décision, et le processus cognitif. Mais, à ce propos, il met en garde contre la tentation de transposer les modèles proposés par Herbert Simon pour une science de l'intelligence artificielle à l'analyse de la conception en architecture. Cette mise en garde est d'autant plus nécessaire que la tentation est grande aujourd'hui de faire confiance à des simulacres de la pensée et de les développer au détriment d'un effort d'approfondissement des compétences de la pensée humaine.

Il s'agit de montrer ici plus précisément les raisons pour lesquelles ce rapprochement entre les sciences de l'artificial et la recherche sur la conception architecturale s'est imposé dès le début des années soixante, et à quels présupposés il se rattache. Il a fortement contribué à diffuser l'idée que l'architecture était, à l'instar des sciences, une activité de résolution de problèmes. La nature et les conditions pratiques d'étude des problèmes différaient, mais il semblait pourtant légitime d'analyser le processus cognitif commun qui était mis en oeuvre dans l'un ou l'autre cas. L'étude de la pensée scientifique ayant quelque antériorité on a pris l'habitude d'accepter comme évidente l'analogie entre problème d'architecture et problème scientifique. Pour insister sur la nécessité d'une vigilance épistémologique que Philippe Boudon appelle de ses voeux, on essaiera de montrer quelques limites de cette analogie.

2. Intelligence artificielle et conception architecturale

A la fin des années cinquante, les premiers essais de simulation de la créativité du cerveau humain publiés par Herbert Simon et Allen Newell semblaient extraordinairement prometteurs. Un programme sur ordinateur n'avait-il pas redécouvert la preuve à partir des axiomes proposés par Whitehead et Russel de trois théorèmes sur quatre extraits du Chapitre II des *Principia Mathematica* qui lui avaient été soumis, en offrant même pour l'un d'entre eux une solution "plus élégante" que celle proposée par les auteurs eux-mêmes?

L'écriture de programmes sur ordinateur semblait fournir un instrument d'étude des mécanismes de la pensée créatrice. Les travaux sur la pensée créatrice étaient à cette époque largement influencés par les interprétations proposées par Hadamard et Poincaré: selon ces théories, un travail acharné d'exploration d'un problème de mathématique dirigé par la volonté du chercheur conduisait après un temps d'incubation au cours duquel un travail d'examen critique des combinaisons possibles entre les idées étudiées

était effectué de façon inconsciente et débouchait à un moment imprévisible sur l'illumination à partir de laquelle l'explicitation consciente de la démonstration n'était plus pour le chercheur qu'une affaire de mise en forme. Ces idées développées à propos des mathématiques avaient trouvé un large écho dans les domaines les plus divers de la création. Simon et ses collègues, sans chercher à les critiquer, proposaient une manière profondément nouvelle de chercher à expliquer les processus créatifs, en explicitant:

1. les spécifications opératoires complètes (le programme) que doit satisfaire un mécanisme (ou un organisme) qui, à partir de conditions initiales appropriées, penserait effectivement de manière créative;
2. la démonstration que les mécanismes se comportant selon ces spécifications (ce programme) manifesteraient les effets qui accompagnent ordinai-rement la pensée créatrice (c'est-à-dire l'incubation, l'illumination, la formation et la modification des points de vue);
3. un ensemble de propositions - verbales ou mathématiques - indiquant en termes abstraits les principales caractéristiques des programmes utilisés¹.

De plus, ils proposaient d'aborder la construction de théories de la pensée créative à partir de l'examen de la créativité à l'oeuvre dans des recherches de solution de pro-bèmes, après avoir souligné que celle-ci n'est créative que si:

1. le résultat a valeur de nouveauté,
2. la pensée qui y aboutit s'écarte des modèles conventionnels de pensée,
3. le résultat n'a été acquis qu'au prix d'un effort important,
4. le problème tel qu'il était posé à l'origine étant vague et mal défini, une partie du travail de résolution du problème a consisté à le définir plus pré-cisément.

Sans aucun doute les instruments dont ils disposaient ne permettaient pas de fournir une démonstration de la créativité d'un programme sur ordinateur dans la re-cherche de solution à un problème qui satisfasse à ces quatre exigences. Outre le *Théoricien Logique* de Simon, d'autres essais avaient été effectués dans divers domaines: le jeu d'échecs, la composition musicale selon les règles du contrepoint de Palestrina, la conception des moteurs électriques, la reconnaissance automatique des lettres de l'alphabet. Aucun n'exerçait une fascination comparable à celle du *Théoricien Logique* dont les auteurs eux-mêmes considéraient d'ailleurs qu'il n'était pas très loin d'être créa-tif au sens précisé plus haut (Simon et al., 1962).

Certes, à la différence de Whitehead et Russel, le *Théoricien Logique* n'avait pas inventé les problèmes qu'il se posait puisque ceux-ci avaient été empruntés par Simon aux *Principia Mathematica* pour lui être donnés comme énoncés de départ. Mais Simon faisait remarquer que Whitehead et Russel étaient eux-mêmes partis des axiomes de l'arithmétique proposés par Peano et s'étaient donné de les démontrer à partir d'une lo-gique axiomatique. Il en tirait argument pour considérer que la conduite de résolution d'un problème par le *Théoricien Logique* constituait une tâche de même espèce que l'invention intellectuelle de Whitehead et Russel², quoique d'un niveau de complexité moindre. Cet argumentaire invitait les chercheurs souhaitant comprendre la créativité

¹ Nous rendons ici l'esprit plutôt que la lettre des propositions de Simon.

² "Les théorèmes du chapitre 2 des *Principia* furent engendrés, pour autant qu'on puisse en faire l'histoire, de la même manière que sont engendrés les sous-problèmes par le *Théoricien Logique*" (Simon, H. et al., 1962).

humaine à s'attaquer d'abord à l'activité de résolution de problèmes, afin de la représenter sous forme de programmes pour ordinateur. Un champ scientifique se dessinait. Il invitait à rechercher pour chaque domaine de la création intellectuelle des mécanismes logiques capables de fournir des solutions satisfaisantes aux problèmes qui s'y posent. En d'autres termes, il s'agissait d'envisager tout travail de conception comme un travail de résolution de problèmes.

De nombreux domaines d'activité de la pensée pouvaient être envisagés de ce point de vue, l'architecture notamment car elle est bien elle aussi une activité créative dont le résultat doit une part de son mérite à sa nouveauté, à l'originalité de la pensée qui s'y exprime, à la difficulté de trouver une réponse satisfaisante et à l'imprécision de la formulation du problème initial. On pouvait donc aborder l'étude de la conception en architecture à partir des idées fondatrices proposées par Simon.

La question de savoir comment formuler un problème d'architecture s'imposait donc. Un nombre considérable de méthodes, dites de programmation architecturale, ont été mises à l'essai. L'une des plus célèbres, publiée après une vingtaine d'années d'utilisation, par William Pena (Pena *et al.*, 1977) s'appelle tout simplement *Recherche du Problème - un manuel de programmation architecturale*. La phase de définition du problème, la programmation architecturale, y est présentée comme une activité totalement séparable et conceptuellement différente de l'activité de conception: celle-ci consiste à résoudre le problème d'ensemble dont la programmation fournit l'énoncé clair.

Reste alors la question de savoir comment trouver une forme à peu près satisfaisante ("satisficing", dit Simon) eu égard aux termes de l'énoncé. Cette question que William Pena a la prudence d'ignorer constitue un défi formidable. Alexander a sans doute été l'un des tout premiers auteurs qui s'y soient attaqués.

Il accepte d'emblée l'idée que la pensée créatrice peut être conduite comme une activité de résolution de problème, sans chercher dans un premier temps une spécificité de la conception architecturale, mais en se demandant comment trouver une décomposition séquentielle qui permette de transformer un énoncé de problème très complexe en un nombre fini de sous-problèmes dont les solutions obtenues l'une après l'autre conduisent à une solution acceptable (à peu près satisfaisante) de la question posée. Il se pose donc la question de savoir comment établir à partir d'un ensemble de considérations particulières un concept général qui les subsume. C'est dans cet esprit qu'il a écrit son fameux programme de décomposition d'un graphe censé résumer la structure d'inter-relation entre les énoncés de départ descriptifs d'un problème. Ce programme a été testé dans divers domaines. J'ai pu étudier en 1962 son application à l'étude du pouvoir dans la société, et au choix du tracé d'une autoroute: un seul et même modèle était proposé pour rendre compte de la démarche de synthèse de la pensée sociologique et de la synthèse d'une forme matérielle (Alexander & Manheim, 1962).

Quelques années plus tard, Alexander a utilisé cette méthode mathématique pour proposer une manière de conduire la synthèse d'une forme matérielle quelconque, niant au passage une spécificité quelconque de la conception en architecture par rapport à la conception en matière d'objets industriels ou d'urbanisme. Ce texte mérite qu'on s'y arrête car il montre les difficultés auxquelles conduit la transposition d'un modèle de conduite de la pensée scientifique (le modèle positiviste de l'induction) à la conduite de la pensée architecturale.

Résumons brièvement son point de vue.

Comme les pionniers de la programmation architecturale de cette époque, Alexander cherche à analyser l'activité des architectes comme une activité de résolution de problème; mais il en donne une définition qui se sépare de celle de Pena et des spécialistes de la programmation:

"Le problème ne s'exprime pas simplement par un texte ou par une succession d'énoncés distinctifs précédant le travail de proposition des formes, mais de façon plus spécifique du travail architectural par la mise en correspondance d'une forme et d'un contexte: nous désirons concevoir des formes à la structure claire qui soient bien adaptées à un certain contexte donné; voilà notre problème" (Alexander, 1971).

Ce contexte peut être saisi naïvement par le concepteur, mais cette naïveté le livre à des erreurs d'appréciation qui lui sont imposées par les habitudes de langage ou de travail. Pour s'en défaire il lui faut une nouvelle représentation qui puisse

"être examinée selon des opérations précisément définies d'une manière qui ne risque plus d'être biaisée par le langage ou l'expérience" (Alexander, 1971).

Par ses exigences de réduction des qualités subjectives à la définition de la situation qui définit les contours du problème cette description, qui rappelle les caractéristiques attendues des énoncés de base de la science unifiée chère à Neurath, Hahn et Carnap, est donc constituée par un ensemble d'énoncés élémentaires. Ceux-ci représentent chacun une exigence spécifique du contexte à l'égard de la forme, c'est-à-dire une structure de relations: il ne s'agit donc pas de s'interroger sur des entités métaphysiques telles que l'essence du contexte ou l'essence de la forme; en bon logicien empiriste Alexander évite totalement ce type de question "*dénuee de sens*" selon Russel. A titre d'exemple caractéristique de cette attitude, voici un extrait du chapitre VIII:

"Prenons maintenant la capacité de la bouilloire, par exemple. Si nous ne considérons pas la bouilloire elle-même, tout ce que nous pouvons dire est qu'elle contient telle ou telle quantité d'eau. Nous ne pouvons pas dire si c'est suffisant avant de connaître ce qu'exige le contexte. Ici encore le fait que la bouilloire ne contient pas, ou contient, assez d'eau est une propriété de la forme-plus-le-contexte pris comme un tout. Ce fait que la variable décrit l'ensemble comme un tout et jamais la forme seule conduit à un principe important qui est le suivant: c'est qu'en principe, pour pouvoir conclure si une forme répond ou non à une exigence donnée, il nous faut la construire, la mettre au contact du contexte en question, et tester l'ensemble ainsi formé pour voir si apparaît ou non une inadaptation" (Alexander, 1971).

Reste à découvrir une description opératoire de la structure de cet ensemble qui permette de progresser dans la découverte des formes qui satisfont au mieux à la totalité de ces conditions d'adéquation au contexte. C'est cette description qu'Alexander appelle le *programme répondant au problème de conception*.

L'élaboration du programme fait appel à trois opérations délicates:

1. La définition de l'ensemble des énoncés de base explicitant les conditions d'adéquation au contexte. Celle-ci repose sur un ensemble de jugements relatifs aux conditions d'adaptation ou d'inadaptation. Ces derniers s'expriment par des propositions relatives à l'ensemble des situations qui découlent de l'interaction entre la forme et le contexte et qui provoquent tension ou déséquilibre dans l'ensemble à concevoir. On attend de cette

définition qu'elle soit aussi complète que possible et que les propositions retenues soient logiquement indépendantes³ (il faut éviter les variables construites à partir de corrélations fallacieuses).

2. La définition des interactions entre les énoncés de base. Il s'agit de reconnaître les relations causales, ayant des implications physiques qui existent entre les énoncés. Citons ici son texte car il illustre bien les rapports analogiques entre la théorie de la connaissance de l'empirisme inductionniste et cette théorie de la conception de la forme:

"La recherche de relations causales de cette sorte (...) exige une interprétation: pour la conduire nous devons adopter la même espèce de bon sens dont nous avons à témoigner constamment dans la part inductive de la science. Les données de la méthode scientifique ne vont jamais au-delà de la mise en évidence de régularités. Nous n'y introduisons une structure que par inférence et interprétation. Exactement de la même manière les faits structurels concernant un système de variables dans un ensemble proviendront seulement de l'interprétation réfléchie d'observations. *Nous dirons que deux variables interagissent si, et seulement si, le concepteur peut trouver quelque raison (ou modèle conceptuel) qui a pour lui une signification et peut lui apprendre pourquoi elles doivent aussi interagir*" (Alexander, 1971).

Le texte est souligné par Alexander qui fait remarquer en note que cette définition repose sur une conception de la probabilité comme mesure de l'incertitude inhérente à un événement et non comme limite d'une fréquence. Alexander s'appuie sur le modèle probabiliste de la logique inductive.

Cette définition du problème de conception ne prétend pas comme on le voit à une objectivité identique à celle que vise le discours scientifique: en effet les énoncés de base qui définissent les conditions d'adéquation au contexte de l'objet à concevoir expriment seulement la compréhension de l'étendue des besoins à satisfaire (pour s'exprimer comme Alexander) *dont a conscience le concepteur* et les relations entre ces besoins expriment aussi *la conscience par le concepteur* de l'existence en probabilité d'une relation nécessaire entre eux⁴. La recherche d'une solution du problème a pour but de permettre au concepteur de *faire surgir* un ordre dans le désordre présent de sa conscience.

3. La mise au jour d'une structure interne de l'ensemble de ces relations probabilistes constitue la phase cruciale de formalisation du programme.

³ Dans cette partie de son texte Christopher Alexander (1971) s'appuie sur des idées de Popper reprises notamment de Herbert Simon qui était alors au MIT. Mais l'usage qu'il en fait est tout à fait instable: par exemple il récuse la notion de besoin (p. 83) indiquant en note une référence à la notion de "satisficing" de Herbert Simon (cf. note 5 page 182 dans la traduction française. Il faut lire "satisficing" qui est un néologisme inventé par Simon et non "satisfaction" comme il est écrit) et son insistance sur le critère d'inadaptation évoque le recours à la falsifiabilité chez Popper; mais les proximités ne vont pas plus loin et, page 84, il marque que l'inadaptation est la contrepartie dans sa logique binaire de l'adaptation au besoin.

⁴ De façon plus précise: si le concepteur pense qu'il n'existe pas de liaison entre des énoncés, la probabilité est nulle, on dira qu'il n'y a pas de relation. S'il pense qu'il y a une interaction positive alors la probabilité $P_{ij}>0$, si au contraire il y a conflit $P_{ij}<0$.

La structure de l'ensemble des énoncés et de leurs liaisons dont a conscience le concepteur étant représentée sous la forme d'un réseau de probabilités stochastiques, Alexander propose d'en effectuer une décomposition hiérarchique de façon à minimiser les quantités d'informations perdues entre les énoncés de base à chaque étape de la construction.

L'artifice mathématique introduit des hypothèses supplémentaires indispensables pour conduire le calcul imaginé par Alexander. Elles ont été très discutées, mais on peut laisser cela de côté, car d'autres méthodes de décomposition hiérarchique auraient pu être utilisées et aboutir à ce qu'il y a de plus important, c'est-à-dire à la réduction du réseau connexe des relations entre les énoncés de base à un "arbre".

Cela revient à décomposer le problème de départ en une succession de sous-problèmes plus simples à résoudre et à recommencer l'opération sur l'ensemble des sous-problèmes jusqu'à ce que celui-ci n'ait qu'un seul élément.

L'examen de chaque sous-problème est donc destiné à permettre au concepteur de définir des propriétés structurelles ou des propriétés partielles de la forme qu'il cherche à concevoir, et de cheminer ainsi inductivement de la considération de l'ensemble des énoncés relatifs à l'objet à réaliser dans son contexte vers une forme qui soit susceptible de les satisfaire presque tous et dont la hiérarchie structurelle soit la réplique de la hiérarchie fonctionnelle du programme.

3. Critique de la première théorie d'Alexander

Le livre d'Alexander sur la synthèse de la forme avec son introduction provocatrice suscita de vives critiques et son auteur fut amené à revenir en arrière sur l'une de ses hypothèses fondamentales quant à la possibilité de rendre linéaire la démarche de conception, ce qui explique le caractère embarrassé de la louange inscrite en préface à la publication assez tardive en France (1971) de sa traduction.

Disons tout de suite que la formalisation proposée par Alexander n'est pas à la portée du lecteur innocent de toute culture mathématique et que certains de ses critiques ne l'ont pas très bien lue. Plusieurs objections méritent néanmoins d'être évoquées. Tout d'abord, il suppose que l'énoncé des conditions d'adéquation au contexte peut être achevé avant le début de l'exploration de formes constructibles qui apporteraient des réponses partielles ou structurelles au problème posé. C'est une hypothèse très forte, très difficile à défendre comme l'a démontré le travail de Kent Spreckelmeyer (1981) et comme l'ont observé de très nombreux observateurs des relations entre architecte et client. Il apparaît au contraire que *l'étude successive des solutions proposées* à un problème de conception amène par des chemins différents l'architecte et les clients à découvrir les conditions que l'objet doit remplir dans son contexte, conditions auxquelles ils n'avaient pas pensé non seulement parce qu'ils approfondissent au cours du processus de conception leur réflexion sur l'objet dans son contexte, mais aussi parce qu'ils modifient l'idée qu'ils se faisaient du contexte lui-même, élargissant ainsi le champ des énoncés élémentaires qu'il est souhaitable de considérer.

Ensuite le modèle d'Alexander demande que tous les énoncés élémentaires aient une importance équivalente. C'est une exigence incompatible avec les conditions contemporaines de la construction: les exigences réglementaires sont incontournables, certaines demandes du client aussi, tandis que d'autres sont négociables; enfin, certaines peuvent être sacrifiées sans regret mais on ne sait cela qu'au terme du processus de conception. La difficulté ne tient pas seulement au fait que les "poids" des énoncés

élémentaires sont différents, mais aussi au fait qu'on ne saurait pas les fixer tous à priori.

Dans le même ordre d'idées, ce modèle impose que toute relation entre deux énoncés élémentaires soit indépendante de la considération de n'importe lequel des autres énoncés. C'est une condition très difficile à vérifier et sans doute inacceptable en pratique car sa vérification prendrait un temps considérable. Mais si l'on admet que ce temps peut être réduit considérablement sans risque grave, il demeure que les conditions qu'un objet doit satisfaire vis-à-vis de son contexte peuvent varier dans le temps (par exemple au cours de l'année l'usage peut varier avec les saisons) et qu'il arrive que des ensembles de plus de deux énoncés soient nécessairement co-variants, ce qui est contraire aux hypothèses mathématiques qui fondent sa méthode.

Mais la critique la plus forte adressée à cette théorie de la conception a sans doute porté sur l'essentiel du modèle, à savoir l'idée que la structuration de la démarche inductive puisse obéir à un schéma hiérarchique découplant le problème en problèmes élémentaires tels que la solution à un niveau donné ne risque pas de remettre en cause les solutions envisagées à un niveau inférieur et que l'objet final soit l'expression d'une logique fonctionnelle hiérarchique. Alexander a repris ce dernier aspect de la critique à son compte dans un texte au titre poétique, *La cité n'est pas un arbre*, et après avoir abandonné la direction de réflexion proposée par la synthèse de la forme, il a élaboré une nouvelle doctrine de la conception architecturale.

Bien qu'Alexander ait finalement rejeté l'ensemble de la démarche qu'il avait suivie pour réfléchir à la manière de conduire des projets d'architecture - car il y voyait les traces d'un scientisme déshumanisant - l'idée que l'architecture était une activité qui pouvait se modéliser pour une large part à l'aide de programmes de résolution de problèmes n'a pas été ébranlée.

Les prudences initiales de Simon semblent même avoir été quelque peu oubliées: il considérait que la créativité comportait une part importante de résolution de problème; certains auteurs semblent prêts à l'y réduire. Ainsi des chercheurs du Carnegie-Mellon Institute écrivaient-ils dans leur communication à une conférence sur la robotique et l'architecture en 1986:

"Le Paradigme: dans le processus de conception (design generation), nous observons deux fonctions élémentaires: la structuration du problème et la solution du problème. Ces deux fonctions font appel à diverses formes de représentation du savoir" (Skin *et al.*, 1986).

Les modèles de Simon pour la résolution de problèmes de recherche scientifique sont ici pris comme point de départ pour analyser la conception en architecture. Ce manque de prudence ne s'explique pas à première vue étant donné les difficultés rencontrées pour avancer dans la construction de programmes de conception architecturale. Mais l'absence de recherche scientifique sur les processus humains de conception architecturale favorise l'assimilation par les chercheurs de formation scientifique de la pensée créatrice en architecture, qu'ils ignorent, à la pensée créatrice en sciences. Ils pensent pouvoir l'analyser à l'aide de l'intelligence artificielle. Le travail de Philippe Boudon (1975) mené dans l'ordre de l'architecturologie a participé à la critique des travaux d'Alexander d'une part et de Simon d'autre part, en montrant que l'un et l'autre évacuaient la question d'une spécificité de la conception architecturale.

Dans une autre communication donnée à la même conférence, on peut lire:

"Méthodologie: la méthodologie que nous proposons pour le développement de systèmes de conception fondés sur la connaissance à l'aide d'ordinateurs trouve ses bases dans le modèle "state/transition" de la conception comme processus heuristique de solution de problèmes proposé par Simon" (Kakay et al., 1986).

4. La conception architecturale au carrefour des arts et des sciences

Même s'il est vrai que la gestion de l'invention et celle du passage à l'analyse d'une situation, en s'appuyant sur des idées connues, à une reformulation nouvelle et synthétique se posent également aux chercheurs scientifiques, aux inventeurs, aux créateurs de mode, aux architectes et aux artistes, est-il permis pour autant de faire comme si les processus d'invention à l'oeuvre étaient justiciables d'une même analyse? Admettons un moment que les arts, le design, l'architecture et enfin les sciences soient autant de formes différentes de recherche d'une solution à un problème. D'importantes différences apparaissent à l'évidence:

4.1. Statut de la procédure de vérification

Tout d'abord il n'existe pas pour les arts, le design et l'architecture de solution vérifiable à un problème au sens où une solution peut être vérifiée scientifiquement. En sciences l'énoncé d'un problème définit les critères d'évaluation de la solution. Que l'énoncé ait été perçu en même temps que la solution (l'exemple de la découverte du Benzène par Kekulé) n'y change rien: il y a une correspondance vérifiable entre l'énoncé du problème et la solution en suivant des méthodes cohérentes avec le paradigme qui fonde l'énoncé du problème. Dans le domaine des arts la solution n'exige pas l'énoncé d'un problème, celui-ci peut rester impossible à formuler par l'artiste qui y travaille; c'est d'ailleurs ce qui fait la difficulté du métier de critique d'art et le côté hasardeux et changeant de l'histoire de l'art: la compréhension du problème posé passe par l'interprétation d'un tiers. Picasso n'a pas dit quel était le problème résolu par le portrait de Kahnweiller (Baxandall, 1985). Comme l'énoncé du problème n'est jamais certain, la question de la vérification de la solution ne peut même pas être formulée. Pour le design et l'architecture la situation est un tant soit peu différente: la solution répond toujours à un problème qui peut être en partie formulé. En effet la solution doit satisfaire des intentions (utilitaires ou symboliques) dont est porteur le maître d'ouvrage. Mais on ne saurait pas pour autant vérifier la solution au sens d'une vérification scientifique car on ne sait en général pas décrire de manière nécessaire la solution de l'énoncé dans la mesure où beaucoup d'autres solutions pourraient y satisfaire; d'autre part d'autres formulations du problème auraient pu être acceptées par le maître d'ouvrage sans que l'on sache lesquelles ni ce qu'elles ont en commun; et enfin certains aspects de la solution répondent à des problèmes artistiques et relèvent de l'élucidation par la critique. Toutefois il est vrai aussi que certains aspects de la solution sont vérifiables (satisfaction des règlements, compatibilité du projet et des techniques mises en oeuvre etc.).

4.2. Etablissement de la légitimité du problème

Pour ces différents domaines d'activité la pertinence du problème dans la société ne s'établit pas dans les mêmes conditions. En règle générale, un chercheur travaillant

au cœur d'un paradigme établi n'a pas à se préoccuper de faire reconnaître la pertinence du problème qu'il a résolu. En effet, il suffit qu'il l'énonce dans des termes entièrement acceptables du point de vue du paradigme dans lequel il se situe pour que les autres chercheurs qui y adhèrent tiennent le problème pour légitime. Il se peut, bien entendu, que d'autres chercheurs travaillant dans un paradigme concurrent récusent sa formulation, mais cela limite le corps social qui en reconnaît la pertinence, sans plus. Le débat se situe entre paradigmes, c'est-à-dire entre groupes sociaux de chercheurs. La pertinence d'un problème scientifique peut être plus difficile à faire admettre quand il met en cause des paradigmes établis. L'invention des cardinaux transfinis en donne un bon exemple. Les milieux scientifiques peuvent refuser d'admettre la pertinence d'une problématique scientifique, et ils peuvent en retarder la publication et la diffusion. Dans les sociétés contemporaines ceci n'a semble-t-il qu'une efficacité limitée: tôt ou tard il se forme un milieu scientifique qui adhère au nouveau paradigme. Mais dans tous les cas c'est à un milieu scientifique que revient la capacité de reconnaître la pertinence d'une innovation scientifique. Par contre l'existence du milieu scientifique peut dépendre de critères tout à fait étrangers à la science.

Dans le domaine des arts, la pertinence est aussi mise en débat dans des milieux sociaux relativement étroits. Mais ils ne sont pas constitués par les artistes eux-mêmes mais par les critiques d'art, les collectionneurs, les historiens d'art et le public cultivé. De façon tout à fait significative, la critique d'art contemporaine joue un rôle de médiation entre les artistes et leurs publics: elle introduit les œuvres par un argumentaire contradictoire en proposant les termes d'un débat à l'issue duquel une certaine valeur leur est reconnue.

Dans le domaine de l'architecture et du design, la pertinence d'une solution repose largement sur la capacité de son auteur à argumenter en sa faveur et à faire se rapprocher les points de vue des acteurs susceptibles de la défendre. Pour cela il lui faut en faire connaître à l'avance des représentations et en faire accepter des justifications *avant* de l'avoir réellement produite.

4.3. Le rapport aux contraintes matérielles

Les contraintes de temps et d'argent ne jouent pas du tout le même rôle dans les sciences, les arts ou le design et l'architecture.

Pour les sciences il est impossible de fixer à l'avance le temps qu'il faudra pour résoudre un problème ou le budget qui est suffisant pour obtenir une solution. La situation des artistes est très variable sur ce point d'un artiste à l'autre. Monet qui était capable de produire un chef-d'œuvre en une matinée, n'était jamais certain de parvenir à un résultat, acceptable par lui, et fut sur le point de renoncer à l'achèvement des *Nymphéas* en dépit des sommes importantes qui lui avaient été versées à la demande de Clémenceau. Il est vrai que les pressions vives exercées sur lui par Clémenceau eurent raison de ses hésitations et qu'ilacheva les toiles. Ce qui laisse à penser que les artistes peuvent quelquefois tirer avantage d'une contrainte de temps.

L'architecte ou le designer, quant à eux, se trouvent toujours confrontés à l'obligation de trouver une solution dans un temps et un budget donnés. Cette contrainte peut s'exprimer de façon plus ou moins rapide selon les circonstances, mais elle a pour effet d'interdire l'échec.

Il apparaît donc que les notions de problème et de solution ne renvoient pas à des réalités strictement comparables selon que l'on traite de l'architecture ou du design, des

arts et des sciences. Les différences tiennent à deux ordres de réalité: la nature des processus de vérification susceptibles d'établir la congruence entre un problème et une solution d'une part, et les processus sociaux de production et d'acceptation d'une solution d'autre part. De telles différences pourraient décourager toute tentative d'analyse rapprochant les domaines où se déploient les capacités de création de l'esprit dans nos sociétés. Il est en tout cas exclu qu'une théorie de la conception qui fournirait un instrument de description pertinent dans l'un des domaines soit ipso facto applicable aux autres. Mais ceci n'interdit pas que des processus semblables soient à l'oeuvre dans les différents cas.

4.4. *Une démarche commune: l'analogie*

On peut se convaincre facilement, par exemple, de l'importance de *l'analogie* comme instrument au service de la pensée créatrice dans chacun de ces domaines.

L'histoire de l'art nous a habitués à reconnaître ces processus à l'oeuvre dans toutes les cultures artistiques, mais il est encore plus intéressant d'observer les analogies à l'oeuvre dans le passage d'un art à l'autre. On sait que les théories classiques de la peinture reposent sur une analogie globale entre la peinture et la poésie dont on attribuait, avec quelque complaisance, la paternité à Horace (Rensselaer, 1967).

Cette analogie a contribué très fortement à l'orientation des recherches de tous les peintres du XVIIe siècle et à la formation des critères d'appréciation du public, mais elle est si prégnante dans ses effets qu'elle s'apparente plus à une idéologie qu'à un mécanisme d'invention. Par contre John Barrel a fort bien montré comment la recherche d'une analogie entre la poésie descriptive d'un paysage par Thomson dans *The Seasons* et la découverte d'un paysage peint par Claude Le Lorrain avaient contribué à la création d'une forme nouvelle de la poésie anglaise: le poème topographique (Barrel, 1972).

L'apprentissage des sciences à l'école ne laisse en général que quelques vagues souvenirs et la certitude bien ancrée que les sciences ne doivent rien à la pensée analogique et au flou qui l'accompagne. Cela tient simplement au fait que l'on enseigne aux enfants les résultats d'un travail scientifique abouti et rien qui ressemble au processus de création des sciences.

Celui-ci repose en fait profondément sur les analogies. La pensée religieuse jouait un rôle fondamental dans le développement de l'oeuvre de Newton, ce qu'a perçu Einstein qui se refusait à accepter la notion métaphysique de force dont Newton avait fait le fondement de sa conception de la mécanique. Mais cette science de la mécanique a elle-même servi de modèle à la construction d'autres sciences et cela se retrouve dans l'insistance avec laquelle les sciences économiques et sociales contemporaines cherchent à saisir les forces sociales ou économiques et les équilibres et les mouvements qu'elles produisent. Même l'inertie est devenue un concept des sciences sociales. Il est vrai que cette analogie n'a pas été très fructueuse et qu'il n'a pas été établi vraiment de principe de la conservation de l'inertie sociale. Par contre on sait que la loi d'Ohm résulte d'une analogie entre les liquides et l'électricité, qui a fait transposer les notions propres au potentiel dans un champ de gravité et a produit les notions de potentiel électrique, de voltage (anologue à la pression) et d'intensité (anologue au débit). La théorie de la conductivité de la chaleur par Kelvin et celle de Harvey pour rendre compte des mouvements du cœur empruntent l'une et l'autre à la mécanique des fluides. Oui, direz-vous, mais toutes ces analogies mettent en rapport un modèle scientifique éprouvé avec un domaine nouveau d'exploration scientifique. Il est certain que c'est

souvent le cas. Les arts s'inspirent analogiquement des arts et les sciences s'inspirent analogiquement des sciences. Mais on peut aussi observer des emprunts des sciences à d'autres domaines de la pensée. Les économistes du début du XIXe siècle fabriquèrent une unité de mesure du travail en comparant les efforts d'une équipe d'hommes chargés de déplacer un chariot horizontal à celui d'un cheval accomplissant la même tâche. Cette unité, le cheval, leur fut empruntée par les physiciens qui en firent une référence habituelle dans leurs calculs. Lorsque Marx chercha à construire des concepts originaux, il s'inspira de leurs habitudes de pensée et fabriqua le concept de force de travail.

Dans tous les cas où l'analogie s'est avérée fructueuse, qu'il s'agisse des arts ou des sciences, la forme originale a été profondément transformée par son intégration dans un nouveau contexte intellectuel. Au contraire, lorsque l'analogie est maintenue strictement et aboutit au déplacement *ne varietur* d'une forme d'un domaine intellectuel dans un autre, elle devient stérile et bloque tout processus de création intellectuelle et donc de progrès de la connaissance (Schlanger, 1967).

On pourrait montrer à la suite de Jones (1970) et Cross *et al.* (1986) que pour vaincre la difficulté principale des problèmes de design qui consiste à transformer des problèmes très complexes en problèmes simples, le recours à des analogies permet un recodage et une restructuration des représentations que l'on a du problème, et présente en outre l'avantage de suggérer une démarche familière qui permet d'approcher ce qui paraissait totalement étrange au premier abord en faisant apparaître sur de nouveaux objets des aspects inattendus du terme familier de l'analogie.

Ce rapport est extrêmement intéressant et fait le point des réflexions récentes d'une équipe très engagée dans la recherche sur les processus de conception. Nigel Cross prenant appui sur la pensée de Charles Peirce propose de distinguer deux formes de la pensée analogique, la pensée *paleologique* et *l'abduction*. La première se définit très simplement. Elle consiste à fonder une analogie entre deux formes si chacune d'elles possède un caractère en commun. Ainsi déclare-t-on que, sur la base d'une même couleur de peau, tous les hommes jaunes sont analogues, et de la connaissance de l'un d'entre eux on tire des conclusions applicables à tous. Ce type d'analogie se construit empiriquement à partir de constats et reflète une expérience personnelle ou l'adhésion à une idée reçue qui n'a pas été soumise à un travail de théorisation critique. Elle est caractéristique de la production artisanale dont elle unifie les connaissances et permet la transmission sous forme de recommandations à la fois techniques et magiques, tout en freinant l'évaluation des savoir-faire et leur progrès.

L'*abduction* consiste à élaborer un concept qui rend compte des attributs communs à l'ensemble des formes mises en relation par une analogie paleologique donnée. Elle consiste à construire un concept qui permet de penser cet ensemble de formes comme une classe. Elle met à la place du constat de l'existence de caractères communs à des situations différentes une hypothèse qui attribue ces caractères communs à une règle générale. Elle ouvre la voie à l'introduction de cette hypothèse dans un système explicatif rendant compte de la situation, et à son examen critique.

Cross insiste sur l'intérêt pour les concepteurs (architectes ou designers) de s'appuyer plutôt sur l'*abduction* que sur l'analogie paleologique. Il est bien clair que pour certains auteurs de la période récente il ne fait pas de doute que le recours à l'analogie constitue une démarche commune aux créateurs, qu'il s'agisse d'art, de science, de design ou d'architecture. Cela paraît certes suffisant pour autoriser une étude comparée de l'emploi de l'analogie dans ces différents domaines, mais ce n'est peut-être

pas un argument suffisant pour autoriser le rapprochement de l'architecture ou du design et des sciences et des techniques.

Et pourtant en dehors de toute analogie paléologique entre les arts, le design ou l'architecture et les sciences, il y a trois grandes raisons au nom desquelles on peut rapprocher les sciences des autres domaines:

1. les artistes, les architectes ou les designers participant au mouvement des idées et des connaissances scientifiques peuvent faire usage de celles-ci pour concevoir leurs propres actions et peuvent ainsi contribuer à l'élargissement de l'emprise des connaissances scientifiques sur les conditions humaines de transformation de la nature;
2. pour des raisons voisines, ils peuvent avoir connaissance des théories relatives à la construction de la pensée scientifique et s'en inspirer pour réfléchir à leur propre manière de concevoir des idées nouvelles et à l'élargissement de leur compétence de créateur;
3. les différentes cultures qui existent dans une société résultent d'une histoire commune faite d'emprunts réciproques si nombreux que l'on peut faire l'hypothèse que l'ensemble de ces cultures forment un tout et en particulier que l'évolution de la pensée verbale et celle de la pensée picturale obéissent à des principes communs de transformation de l'ensemble des cultures d'une même société à un moment donné.

5. Prendre du recul

Une conclusion simple et négative s'impose au terme de cette comparaison: les processus de conception architecturale ne sont identiques ni aux processus de conception dans les arts ni aux processus de conception dans les sciences. Il faut donc se méfier des modèles aux prétentions trop générales. Peut-être même faut-il se méfier de la distinction pourtant séduisante en apparence entre processus cognitif et processus de décision: après tout, l'architecture est peut-être une activité d'organisation des compétences de multiples acteurs sociaux tout autant qu'une activité de synthèse des formes. Il conviendrait alors de comprendre les interactions entre ces deux domaines. C'est pourquoi la conception architecturale offre peut-être un champ privilégié pour la mise en place de collaborations entre des spécialistes des sciences sociales et des spécialistes des sciences de l'artificiel. Celle-ci aura, en tout état de cause, besoin de s'appuyer sur des descriptions fines de processus de conception architecturale, ce qui suppose l'élaboration d'une connaissance fondamentale la concernant et d'un langage qui en permette la description, ce que vise l'architecturologie. Elle devra aussi s'inventer des formes d'expérimentation qui permettent de mettre à l'épreuve des faits les hypothèses interprétatives qu'elle avance. Si ce travail est possible on peut espérer que des outils utiles pour l'amélioration de la production architecturale soient produits par les sciences de l'artificiel.

BIBLIOGRAPHIE

- ALEXANDER, Ch. & MANHEIM, M. (1962), *The Use of Diagrams in Highway Route Location* (Dept. of Civil Engineering, Report R.62-3, MIT Press, Cambridge, Mass.).
- ALEXANDER, Ch. (1971), *De la Synthèse à la Forme - Essai* (Dunod, Paris).

- BARREL, J. (1972), *The Idea of Landscape and the Sense of Place 1730-1840* (Cambridge University Press, Cambridge).
- BAXANDAL, M. (1985), *Patterns of Intention, On the Historical Explanation of Pictures* (Yale University Press, Yale).
- BOUDON, Ph. et al. (1975), *Architecture et architecturologie* (Fascicule III, "Analyses et éléments de théorie") (AREA, Paris).
- CROSS, N., CROSS, A. & GLYNN, S. (1986), *Designerly Ways of Knowing. A Clarification of Some Epistemological Bases of Design Knowledge. A Report from a Research Project Funded by the ESRC-SERC Joint Committee. Design Discipline* (Faculty of Technology, The Open University, Milton Keynes).
- JONES, J.C. (1970), *Design Methods* (Wiley, Chichester).
- KAKAY, Y.E., HARFMANN, A.C. & SWERDLOFF, L.M. (1986), *Knowledge-Based Computer Aided Design: the Computer as Design Partner*, in *Architecture and Construction, Internat. Joint Conf. at Marseilles, IRIAM-GANSAU-CSTB*.
- PENA, W. with CAUDILL, W. and FOCKE J. (1977), *Problem Seeking - An Architectural Programming Primer* (CBI Publishing Company, Inc.).
- RENSSELEAR, L.W. (1967), *Ut pictura poesis* (Norton, New York).
- SCHLANGER, J. (1967), *Les métaphores de l'organisme* (Vrin, Paris).
- SIMON, H., NEWELL, A., SHAW, J.C. (1962), "The Processus of Creative Thinking", in Simon, H., *Models of Thought* (Yale University Press, Yale).
- SIMON, H. (1979), *Models of Thought* (Yale University Press, Yale).
- SKIN, O., CHEN, C.-C., DAVE, B. & PITHAVADIAN, S. (1986), *A Schematic Representation of the Designer's Logic* (Dept. of Architecture, Carnegie-Mellon University, Pittsburgh, USA) in *Architecture and Construction, Internat. Joint Conf. at Marseilles, IRIAM-GANSAU-CSTB*.
- SPRECKELMEYER, K.F. (1981), *Application of Computer-Aided Decision Technique*, in *Architectural Programming* (PhD. Diss. University of Michigan).

Post-scriptum par Philippe Boudon

Après avoir lui ce texte Philippe Boudon a bien voulu rédiger quelques lignes de commentaire afin de préciser le sens de son propos:

J'ai voulu par mon exposé décrire un paysage épistémologique de la recherche fondamentale en architecture en indiquant la nécessité que je vois pour ma part de couvrir trois directions que j'ai appelées respectivement "applicationiste", "herméneutique" et "axiomatique". A la suite du propos de Michel Conan, j'ajouterais quelques remarques portant essentiellement sur deux points.

Le premier point est de dire que la troisième voie est, à mon sens, la plus nécessaire d'abord parce que plus fondamentale, mais aussi parce que moins représentée. Elle reste ouverte elle-même à mes yeux sur trois pistes plutôt que sur les deux qu'indique ici Michel Conan: car ni l'étude de la cognition d'un côté, ni celle de la décision de l'autre ne peuvent atteindre la *conception* qui est l'objet d'interrogation majeur de la recherche fondamentale en architecture.

La conception ne peut se limiter ni à la résolution de problèmes ni à une "activité d'organisation de multiples acteurs sociaux" comme une lecture superficielle du propos de Michel Conan pourrait le laisser croire. Quelle que soit l'importance de cette dernière elle ne saurait suffire à comprendre une conception architecturale qui par ailleurs ne trouve pas, comme le montre bien Michel Conan, d'éclairage satisfaisant dans l'idée de résolution de problèmes. Dès lors une troisième voie s'impose entre une sociologie des acteurs et une psychologie cognitive ou une approche relative à l'intelligence artificielle pour poser les bases d'une connaissance de la conception architecturale de façon complémentaire aux démarches applicationiste et herméneutique. Nommer

"axiomatique" le genre de recherches qui s'imposent ici signifie que la recherche dans ce domaine doit faire des hypothèses sur la spécificité de la conception architecturale prise comme objet de connaissance et développer les connaissances conséquentes à ces hypothèses (mode sur lequel travaille l'architecturologie selon moi).

Le deuxième point sur lequel je voudrais attirer l'attention est le fait qui menace en permanence la recherche fondamentale en architecture et dont la confusion est présente dans les travaux présentés ici par Michel Conan. C'est le grand risque de confusion entre l'architecture comme connaissance scientifique et l'architecture comme objet de connaissance scientifique. Quels que soient le paradigme et le degré de scientificité de la connaissance qui peuvent être souhaités, ils n'impliquent aucunement une quelconque scientification du processus de conception. Or on détecte dans la plupart des propos tenus un horizon de scientificité de l'architecture elle-même qui d'une part n'a rien à voir avec la connaissance de l'architecture (c'est pourquoi l'architecturologie n'est pas l'architecture) et cette confusion est aussi néfaste pour l'architecture que pour la connaissance de celle-ci. Cet écueil m'était apparu dans le travail d'Alexander dans les années soixante-dix et m'avait incité à écarter du travail architecturologique la volonté utilitariste des travaux méthodologiques qui, sous prétexte de visée opératoire, empêchent le développement d'une véritable activité théorique de connaissance scientifique. C'est pourquoi je n'ai pas indiqué de piste "méthodologique", celle-ci ne relevant pas à mes yeux d'une recherche scientifique.