

CONSTRUCTIVISME PIAGETIEN DANS L'AIDE À LA DÉCISION. CONTRIBUTION AU DÉVELOPPEMENT DURABLE EN ARCHITECTURE

THÈSE N° 2418 (2001)

PRÉSENTÉE AU DÉPARTEMENT D'ARCHITECTURE

ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE

POUR L'OBTENTION DU GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES

PAR

Flourentzos FLOURENTZOU

Ingénieur diplômé de L'École des Mines, Douai, DEA en génie mécanique et énergétique,
Université de Valenciennes, France
et de nationalité cypriste

acceptée sur proposition du jury:

Dr C.-A. Roulet, directeur de thèse
Arch. L. Chenu, rapporteur
Dr S. Dionnet, rapporteur
Dr J. Rilling, rapporteur
Prof. J.- L. Scartezzini, rapporteur
Prof. A. Schärli, rapporteur
Prof. P. Thalmann

Lausanne, EPFL
2001

RESUME

La motivation initiale de ce travail de thèse est la prise en compte des exigences du développement durable en architecture et en construction. Cette intention se heurte actuellement à l'insuffisance des outils opérationnels pour gérer la complexité qu'elle implique, complexité venant d'une part des aspects multiples du problème qui doivent être pris en compte tous à la fois et d'autre part de la nature fortement qualitative de l'information à traiter. Tout engagement dans cette direction doit respecter et renforcer l'esprit intuitif et créatif qui caractérise particulièrement les acteurs de ce domaine et toute systématique, structure abstraite, procédure ou vérification utilisées ne doivent pas toucher leur liberté de jugement.

Notre thèse principale est que l'expertise est un ensemble d'activités et de contenus cognitifs dont la structure est en continuel mouvement vers un équilibre majorant. Le moteur de l'évolution est l'action de l'expert. La source des fondements de l'équilibre se trouve dans l'interaction entre l'expert et le réel, entre le sujet et son environnement physique et humain.

Ce nouvel élément dans le cadre théorique de l'aide multicritère à la décision provoque une perturbation. Il fait transparaître dans les méthodes et procédures existantes une série d'insuffisances. Nous avons entrepris de dépister ces insuffisances et de compléter les méthodes.

Nous avons constaté la difficulté d'exprimer l'évaluation d'un concept architectural au moyen d'une échelle cardinale lors d'un concours d'architecture. Nous avons montré, à l'aide d'une série d'expériences, que l'échelle la plus solide et la plus appropriée pour exprimer une évaluation perceptive est une échelle ordinale. Ce choix rend caduque toute une série d'avantages de la famille des méthodes d'agrégation ELECTRE. Moyennant quelques modifications en amont de la méthode nous obtenons la matrice des crédibilités d'ELECTRE sur la base d'arguments qualitatifs sans transformer les évaluations ordinales en cardinales. Nous profitons ainsi de la notion de préférence faible sans passer par les seuils de préférence et d'indifférence.

Nous avons démontré les avantages obtenus, d'une part dans la prise de conscience des enjeux, et d'autre part dans la communication et la négociation dans les situations multi-acteurs, lorsque l'on *dissocie observation et attitude dans l'activité cognitive d'évaluation* et qu'on applique cette vision dans les processus de décision.

Dans le cadre de deux projets de recherche européens, nous avons montré que la problématique δ de l'analyse multicritère, qui est à la base du module de création de scénarios de rénovation dans les logiciels EPIQR et TOBUS, stimule et renforce l'interaction entre l'expert et son objet d'analyse. Combinée avec une approche systémique, elle offre un outil opérationnel efficace qui valorise la créativité de l'expert et augmente son impact sur la décision finale, tout en le confortant dans la justesse de son choix.

La structuration du problème de la planification des investissements en rénovation sur la base d'une problématique multicritère γ et du problème des labels sur une problématique de tri apporte un regard original sur ces sujets, permettant de mieux gérer la complexité supplémentaire des exigences multiples du développement durable.

La recherche théorique, ainsi que les quatre cas d'application, font le tour des quatre problématiques multicritère pour montrer que l'architecture est un terrain propice pour ce type d'analyse qui permet de rendre raisonnée la première idée intuitive.

MOTS CLES

Aide à la décision, constructivisme, développement durable, architecture, analyse multicritère, complexité, modélisation qualitative, rénovation dégradée, label de qualité

ABSTRACT

The initial motivation of the thesis work is to *promote the consideration of the requirements of sustainable development in architecture and building*. The issue is complex and there are currently no adequate tools to tackle it. Its complexity results on one hand from the numerous aspects of the problem, which should all be taken into account simultaneously, and on the other hand from the strongly qualitative nature of the available information. Any step taken into this direction should respect and reinforce the intuitive and creative spirit that characterises people acting in this domain; and any used system, abstract structure, procedure or checking method should not hinder their freedom of judgement.

Our main thesis is that *expertise is a continuously evolving cognitive structure moving towards a better balance*. The driving force of this evolution is the expert's action. The source of the better balance is found within the interaction between the expert and reality, between the subject and his physical and human environment.

This element, new in the theoretical framework of multicriteria analysis, is perturbing. It brings to the fore several inadequacies of existing methods and procedures. We have undertaken the task to detect these inadequacies and to complete the methods.

In an architectural context, we have observed the difficulty to express the evaluation of an architectural concept on a cardinal scale. With some experiments, we have shown that the most robust and most appropriate scale to express a perceptive evaluation is an ordinal scale. Choosing such a scale makes obsolete several advantages of the multicriteria analysis methods of the ELECTRE family. However, with a few changes upstream of the method we can re-create the ELECTRE credibility matrix on the basis of qualitative arguments, without artificially transforming the ordinal evaluations into cardinal ones. So we take advantage of the "weak preference" concept without using the preference and indifference thresholds.

We have demonstrated the advantages obtained on one hand in the awareness of stakes, and on the other hand in the communication and negotiation in multi-actor situations when the observation and attitude in the evaluation activity are dissociated, and when this vision is applied to decision-making processes.

Within the framework of two European research projects, we have shown that the δ approach of the multicriteria analysis, which founds the retrofit scenario design modules in the programs TOBUS and EPIQR stimulates and reinforces the interaction between the expert and his analysed object. Combined with a systemic approach, it offers an efficient operational tool that valorises the expert's creativity, and increases his impact on the final decision, simultaneously comforting him in the soundness of his choice.

Structuring the problem of investment planning in building renovation on the basis of the γ approach of a multicriteria analysis, and the labeling based on a sorting approach, brings a new, original look on these issues, and allows us to better handle the additional complexity resulting from the multiple requirements of sustainable development.

Theoretical research, as well as four case studies where all four multicriteria analysis approaches were applied show that architecture is suitable for this type of analysis, which gives soundness to the first intuitive idea.

KEYWORDS

Decision aid, constructivism, sustainable development, labelling architecture, multicriteria analysis, complexity, qualitative modelling, refurbishment.

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION	11
2. AIDE CONSTRUCTIVISTE À LA DÉCISION: FONDEMENTS THÉORIQUES.....	17
2.1. LE PROCESSUS DE DÉCISION	17
2.2. LA DÉCISION	18
2.3. LE SUJET \mathcal{K} (LE DÉCIDEUR)	18
2.3.1 <i>L'environnement humain de \mathcal{K}</i>	19
2.3.2 <i>L'environnement physique de \mathcal{K}</i>	20
2.3.3 <i>Interaction de \mathcal{K} avec son environnement physique et humain</i>	20
2.4. LES CONSÉQUENCES \mathcal{C}	21
2.4.1 <i>Mesure et jugement</i>	21
2.4.2 <i>Mécanismes d'interaction entre facteurs internes et externes pour la perception des \mathcal{C}</i>	21
2.5. LES BONNES RAISONS \mathcal{R}	24
2.6. OBJECTIVITÉ ET SUBJECTIVITÉ.....	27
2.6.1 <i>L'objectivité suivant le dictionnaire</i>	27
2.6.2 <i>Les deux conditions de Poincaré pour la vérité objective</i>	28
2.6.3 <i>L'objectivité et le constructivisme</i>	28
2.6.4 <i>Objectivité et référence externe</i>	29
2.6.5 <i>Objectivité et modèles</i>	30
2.7. LÉGITIMATION DES MODÈLES	32
2.8. CONCLUSIONS SUR LES FONDEMENTS THÉORIQUES	35
3. PROCÉDURES ET MODÈLES D'AIDE À LA DÉCISION.....	37
3.1. LES ÉTAPES DU PROCESSUS DE DÉCISION.	38
3.2. STRUCTURES ET MODÈLES FORMELS DES \mathcal{C}	40
3.2.1 <i>Trois conditions de cohérence de la famille de critères</i>	40
3.2.2 <i>Et deux règles supplémentaires</i>	41
3.2.3 <i>Critères de catégorisation des critères</i>	42
3.2.4 <i>La disparité limitée</i>	43
3.2.5 <i>Technique de construction d'une famille opérationnellement commode et de disparité limitée</i>	43
3.3. OBSERVATION ET JUGEMENT DES \mathcal{C}	46
3.3.1 <i>Les échelles physiques (e.ph.)</i>	46
3.3.2 <i>Echelle nominale - identification et classification</i>	47
3.3.3 <i>Echelle ordinale, sériation et rangement</i>	48
3.3.4 <i>Echelle cardinale</i>	50
3.3.5 <i>La complexité croissante des échelles</i>	51
3.4. EXPÉRIENCES: CORRESPONDANCE ENTRE OBSERVATION ET ÉCHELONS D'UNE ÉCHELLE.....	52
3.4.1 <i>Expérience 1: ranger 5 objets de manière perceptive sur une échelle cardinale</i>	52
3.4.2 <i>Expérience 2: ranger les mêmes objets sur une échelle cardinale à l'aide de la méthode MACBETH</i>	53
3.4.3 <i>Expérience 3: ranger de manière perceptive 6 objets de forme identique selon leur poids</i>	54
3.4.4 <i>Discussion des résultats</i>	54
3.4.5 <i>Et les poids des critères?</i>	56
3.5. SYSTÈMES RELATIONNELS DE PRÉFÉRENCES (S.R.P.).....	57
3.5.1 <i>Préordre complet et préordre partiel</i>	57
3.6. PROCÉDURES DE SYNTHÈSE	59
3.6.1 <i>Principes des méthodes ELECTRE</i>	60
3.6.2 <i>Limites et insuffisances d'ELECTRE</i>	62
3.6.3 <i>Rendre ELECTRE plus qualitative</i>	63
3.7. CONCLUSIONS SUR LES MODÈLES D'AIDE À LA DÉCISION	65
4. PROBLÉMATIQUE DE CHOIX.....	67
4.1. LE CONCOURS D'ARCHITECTURE DE BURSINS	67
4.2. DESCRIPTION DU PROBLÈME :	68
4.2.1 <i>Objectifs généraux</i>	68
4.2.2 <i>Composition du jury</i>	68

4.2.3	<i>Temps disponible pour le jugement</i>	68
4.2.4	<i>Critères de décision</i>	69
4.2.5	<i>Information disponible et moyens d'évaluation</i>	69
4.3.	MÉTHODOLOGIE	70
4.3.1	<i>Pourquoi une méthodologie ?</i>	70
4.3.2	<i>Premier pas : donner sens aux critères</i>	70
4.3.3	<i>Evaluation des critères</i>	70
4.4.	PROCÉDURE D'ÉVALUATION	72
4.5.	INCOMPATIBILITÉ : COMMENT LA GÉRER ?	73
4.6.	LE TOUR FINAL	74
4.6.1	<i>Vote final</i>	75
4.7.	QU'EST-CE QUE ELECTRE AURAIT DONNÉ?	76
4.8.	DISCUSSION SUR LA MÉTHODOLOGIE ET CONCLUSIONS	77
5.	CONSTRUCTION DE SCENARII	81
5.1.	LA SYSTÉMATIQUE EPIQR – TOBUS	81
5.2.	CONSTRUCTION DES SCÉNARIOS	82
5.2.1	<i>Le scénario intuitif</i>	82
5.2.2	<i>Une systématique de création des scénarios</i>	82
5.2.3	<i>Vues focalisées sur un élément</i>	83
5.2.4	<i>La connaissance experte du logiciel est "greffée" sur celle de l'expert</i>	85
5.2.5	<i>De la somme des parties à la cohérence globale</i>	85
5.2.6	<i>Vues globales</i>	87
5.2.7	<i>Passages itératif entre vues détaillées et vues synthétiques</i>	89
5.2.8	<i>Transformer les clones du scénario de base pour délimiter le possible, l'acceptable et le nécessaire</i>	89
5.3.	VÉRIFICATION DES HYPOTHÈSES	91
5.3.1	<i>Conclusions sur la construction de scénarios</i>	93
6.	DEUX APPLICATIONS CONCRÈTES	95
6.1.	INVESTIMMO	95
6.1.1	<i>Structure de la méthode multicritère</i>	97
6.1.2	<i>Conclusions sur Investimmo</i>	105
6.2.	DAPHNÉ	107
6.2.1	<i>La situation existante</i>	108
6.2.2	<i>Daphné une méthodologie originale</i>	111
6.2.3	<i>Conclusion sur les labels</i>	114
7.	CONCLUSIONS GÉNÉRALES	115
8.	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	121
9.	ANNEXES	129
9.1.	ANNEXE A1: PRÉDICTION DES BUDGETS D'INVESTISSEMENTS	130
9.2.	ANNEXE A2: NIVEAU DE PRIORITÉ D'INTERVENTION	137
9.3.	ANNEXE A3. PROCÉDURE COMPLÈTE D'UN CONCOURS D'ARCHITECTURE	141
9.4.	ANNEXE A4. DOCUMENTS DU CONCOURS DE BURSINS	145