

# Thèse de doctorat de **PSYCHOLOGIE COGNITIVE**

## Soutenue en **1994**

---

### **Gestion des contraintes dans la résolution de problèmes de conception**

#### *Thèse de doctorat*

Soutenue par Darses de Montmollin, Françoise

---

#### **Résumé**

L'évaluation systématique des outils de Conception Assistée par Ordinateur (CAO) met en évidence que ces systèmes, loin de s'adapter aux processus spontanés de conception, conduisent le plus souvent à des modifications profondes de ceux-ci. Ces limites ont été attribuées au fait que les systèmes CAO, traditionnellement basés sur des approches algorithmiques, ne peuvent pas rendre compte des exigences cognitives des activités de conception. Certains des processus cognitifs invoqués dans l'activité de conception ont déjà été identifiés : mise en œuvre de plans descendants, organisation opportuniste de la résolution du problème, transformations successives des représentations de l'artefact au sein d'une hiérarchie d'abstraction, évocation de structures de connaissances génériques ou encore réutilisation de solutions analogues. La gestion de contraintes est également un processus crucial de l'activité de conception, mais on connaît mal encore ses conditions de mise en œuvre et son rôle dans la résolution du problème. En outre, les nombreux systèmes basés sur une approche par satisfaction de contraintes n'ont pas encore été évalués du point de vue ergonomique.

Une investigation expérimentale conduite dans le domaine de la conception de réseaux informatiques met en évidence plusieurs caractéristiques notables de la contrainte, qu'on formalise comme une relation de dépendance entre paramètres de l'artefact. On montre que les deux tiers des variables du protocole sont impliqués dans l'expression de contraintes, quel que soit le niveau d'expertise des concepteurs. Ceux-ci manipulent essentiellement deux types de contraintes : (i) des contraintes qui prennent naissance dans les données initiales du problème et qui génèrent des traits structurels ou physiques de l'artefact (environ 40% des contraintes) ; (ii) des contraintes qui mettent en relation les traits de solution structurels ou physiques entre eux (environ 25% des contraintes). Par ailleurs, on fait apparaître que les contraintes sont presque toutes organisées en réseaux dont la complexité excède rarement une dizaine de contraintes. Les experts manipulent surtout des réseaux de quatre contraintes environ ; les novices privilégient des réseaux de deux contraintes. Caractéristique notable, ces réseaux, quel que soit leur complexité, sont structurés en faisceaux convergeant directement de la formulation des spécifications initiales vers la particularisation d'un trait structurel de l'artefact : les niveaux fonctionnels et conceptuels de la hiérarchie d'abstraction ne sont pas évoqués dans l'expression des contraintes.

On montre par ailleurs que la satisfaction des contraintes n'est généralement pas différée, mais qu'elle est au contraire immédiatement réalisée. Le choix de la valeur d'une contrainte est arrêté de plusieurs façons : quand la contrainte est une relation bijective, une simple correspondance terme à terme est effectuée. En revanche, quand il existe différentes combinaisons possibles pour satisfaire

une contrainte, les concepteurs en choisissent la valeur en mettant en œuvre des stratégies originales : (i) le domaine de valeurs est préalablement réduit par le jeu de contraintes implicites liées à la contrainte considérée, qui imposent des choix de préférence : la contrainte explicitement traitée résulte d'un compactage de plusieurs contraintes ; (ii) la contrainte énonce des connaissances plausibles sur l'objet ; la contrainte exprime une conjecture sur les combinaisons de variables. Là, l'évocation de prototypes d'objets de conception est cruciale. Ces résultats précisent les représentations qui sont associées à la contrainte, et les traitements qui lui sont appliqués, et contribuent ainsi à l'identification des processus cognitifs œuvrant dans la résolution de problèmes de conception.

**Mots clés** : processus cognitifs, résolution de problème, CAO, problèmes de conception, design, approche par gestion de contraintes