

## Introduction

Cet ouvrage traite d'un sujet actuel et passionnant : l'[écoconception architecturale](#). Mais c'est un sujet difficile, car en phase d'esquisse, le concepteur a un large boulevard devant lui, mais aussi un programme, un certain nombre de contraintes et de règles à respecter, et un flot d'incertitudes. C'est pourquoi nous avons choisi d'investir « la voie générative » pour aider à tracer des chemins évolutifs et créatifs dans ces espaces prometteurs. Ce faisant, nous n'aborderons ni l'écoconstruction, ni l'éco-innovation, même si des liens forts existent avec l'écoconception.

L'architecture s'intéresse aussi bien à la démarche (processus de conception) qu'à l'objet (analyse, étude, construction, suivi dans le temps). Son sujet d'étude est l'édifice, entendu comme forme, matière, usage et juste durabilité, dont la composition doit produire un bâtiment éco-performant et agréable à habiter. Il est examiné comme résultat d'un processus projectuel reposant sur un équilibre subtil entre des critères décisionnels, souvent contradictoires.

Planificateurs, élus, gestionnaires, urbanistes, maîtres d'ouvrage, architectes, usagers naviguent dans un univers de connaissances en perpétuelle expansion, souvent sans avoir les moyens suffisants de saisir sa complexité pour guider ou expliciter leurs logiques d'action, fréquemment conflictuelles. La dispersion et la non-accessibilité d'un grand nombre de connaissances, aux acteurs qui engagent l'environnement pour des décennies au travers de leurs choix, révèlent l'urgence de voir émerger des outils qui permettent d'évaluer l'impact de leurs décisions en temps raisonnable.

Un certain nombre de travaux questionnent les phases de recherche conceptuelle, créative et innovante en architecture et en ingénierie de la construction. La plupart visent à définir des méthodes et à développer des outils d'assistance à la conception susceptibles d'apporter une aide à la création et à la génération de bâtiments conçus

plus intelligemment. L'instrumentation et l'assistance numériques y occupent désormais une place capitale, et font l'objet d'études et de développements informatiques réguliers.

Pour répondre aux enjeux d'une production de l'architecture plus responsable sur les plans environnementaux, la recherche a permis, depuis une quinzaine d'années, de rendre accessibles aux architectes des connaissances et des outils de l'ingénierie énergétique, environnementale et constructive, notamment par le biais de la simulation numérique, véritable interface entre l'ingénieur et l'architecte. Certes, il faut bien admettre que les outils spécifiques d'aide à la conception d'édifices performants en phase amont de projet commencent juste à quitter le seuil des laboratoires. Mais la recherche ambitionne d'aller plus loin, en proposant des environnements logiciels d'aide à la conception plus adaptés aux méthodes habituelles de travail des architectes, en essayant de préserver leur autonomie et leur créativité.

Écoconception oblige, la notion de performance traverse l'ensemble des chapitres. Mais il est toujours « délicat de définir la performance en architecture parce qu'elle ne tient pas seulement compte des qualités objectives et mesurables d'un objet, mais aussi de sa relation avec son environnement bâti ou social, et de son utilisation par des usagers » [LAG 13]. Hensel propose une redéfinition du concept de la performance dans la conception architecturale basée sur une analogie avec la biologie [HEN 10], nous y reviendrons au dernier chapitre. Cette approche spécifique s'oppose aux précédentes qui se sont focalisées soit sur les questions de représentation et de sens, soit à l'inverse qui considèrent la performance comme synonyme de fonction. Suivant une évolution actuelle, la performance ne serait plus qu'un niveau d'exigence à atteindre *a posteriori* : performance énergétique par exemple. Mais on pourrait aussi considérer que les performances à traiter en priorité sont celles qui ont le plus d'incidence sur la forme et la matérialité de l'édifice.

Dans toute la suite, les quatre appellations **critère**, **objectif**, **performance** et **fitness** désignent une même réalité, vue selon le cas sous l'angle qualitatif ou quantitatif.

Quels aspects sont à privilégier dans les phases amont de conception ? Quels choix peuvent y être déterminants, et ce faisant, quelle incidence ont ces choix sur d'autres aspects (formels, techniques) pouvant influencer sur le bilan global d'un édifice ?

Nous allons examiner les enjeux, les possibilités et les méthodes de l'écoconception, en s'appuyant largement sur les recherches et les développements conduits au sein du projet EcCoGen, soutenu par l'Agence nationale de la recherche en France, et ayant débouché sur le logiciel EcoGen. S'attaquant de front aux difficultés majeures de la conception générative en temps interactif aux premiers stades d'un projet d'architecture (là où les choix posés sont les plus déterminants sur les performances globales et à venir de l'édifice), EcoGen s'intéresse au comportement des édifices dans leur

environnement construit *via* une approche générative et multicritère (morphologique, énergétique, d'ambiance, fonctionnelle, constructive) de la conception éco-performante.

Dès lors, ce livre peut être considéré en partie comme une synthèse de ce projet ayant impliqué des chercheurs de différents laboratoires, principalement de l'Unité mixte de recherche MAP 3495 du CNRS (Modèles et simulations pour l'architecture, l'urbanisme et le patrimoine). De nombreux textes du rapport final du projet [[www.aria.archi.fr/wp-content/uploads/2014/11/Rapport-final-EcCoGen.pdf](http://www.aria.archi.fr/wp-content/uploads/2014/11/Rapport-final-EcCoGen.pdf)] sont convoqués pour asseoir et illustrer nos propos.

Enfin, nous terminerons en abordant des perspectives ambitieuses conjuguant certaines avancées sur la compréhension de l'évolution naturelle et la volonté de voir émerger une théorie de la morphogenèse architecturale réellement bio-inspirée. À ce sujet, les exposés du chapitre 3 sont à relier à certaines perspectives bio-inspirées du chapitre 6.

J'ai à cœur de remercier particulièrement, pour leurs contributions et leurs réflexions : Philippe Marin, Renato Saleri, Hervé Lequay, Lazaros Mavromatidis, Florent Torres, Lara Schmitt, Nicolas Grégori, Jean-Claude Bignon, Gilles Halin, Estelle Cruz, Violette Abergel, Ronan Lagadec, Anaëlle Quillet, Aymeric Broyet et Florian Mignot. J'exprime aussi ma reconnaissance aux collègues chercheurs « plus éloignés » : Grégoire Carpentier, Tibériu Catalina, Brian Mc Ginley et Thomas Jusselme, avec qui j'ai pu avoir de riches échanges.

Ce matin, en arrivant à son agence, Paul sait qu'une nouvelle étape de sa vie d'architecte va commencer. Hier, il a reçu le nouvel outil créatif tactile de Microsoft, [Surface Studio](#), équipé de son stylo et de sa molette numérique. Il est l'un des rares dans la profession à s'être équipé de ce type de matériel, même si son prix reste très abordable. La raison qui l'a poussé à se tourner vers cette solution moderne favorisant un design fluide avec des outils proches du dessin à main levée s'appelle [Minos](#). Avec ce tout nouveau logiciel, issu de l'intégration des meilleures technologies d'assistance au concepteur, il sait que la transition entre ses intuitions, sa créativité et leur écriture dans le monde numérique ne se fera plus jamais comme avant.

Minos interprète en temps réel le moindre trait, la moindre courbe, la plus petite esquisse volumique dessinés par Paul. Peu à peu, il comprend ses intentions de projet en les confrontant à des bases de données locales ou distantes, puis délivre les résultats de multiples calculs par le biais d'un assistant vocal couplé à des graphiques réellement adaptés à la prise de décision. Il peut ainsi donner très rapidement des conseils à Paul, l'orienter vers des choix éco-performants, lui suggérer de modifier un éclairage, un élément de structure ou un ouvrant, etc. Mais en plus de cette intelligence active

qu'il déploie au service du projet, dès la phase d'esquisse, Minos apprend sans cesse de l'utilisateur et se familiarise avec ses manières de dessiner, de concevoir. À partir d'un certain degré d'apprentissage, il saura proposer à Paul des formes innovantes, sans risquer de brider ses élans créatifs. Car Minos est subtil et sait rester discret, intelligence artificielle oblige ! Il peut même partager ce savoir avec d'autres utilisateurs en ligne, si Paul l'autorise. Un vrai bijou !

Bien évidemment, à l'image du héros de la mythologie dont il emprunte le nom, ce logiciel n'existe pas. Ou du moins pas encore. Mais sommes-nous si loin de tels environnements d'aide à la conception architecturale ?