

Quand l'ordinateur devient générateur de forme – Retour sur l'expérience du *Fractal Studio*

When Computer Becomes a Shape Generator - Return on the Fractal Studio experience

Sébastien Bourbonnais^{1,*}

¹ Chercheur associé à l'Evcau et consultant de recherche chez Asynth.

Résumé. En 1987 s'est tenu le *Fractal Studio* qui a permis la rencontre entre Chris I. Yessios et Peter Eisenman et qui peut certainement être considéré comme un moment clé dans le changement des mentalités par rapport au rôle à accorder à l'informatique dans les pratiques architecturales. Afin de comprendre ce basculement, il sera présenté, au travers des recherches de Yessios, quelques-uns des enjeux de la conception assistée par ordinateur au tournant des années 80, comme l'opposition entre la projection orthogonale et la modélisation volumétrique. Pour le *Fractal Studio* la question comment représenter un édifice ne sera plus centrale mais, à partir de l'exploration de certains processus, dont ceux des fractals, l'ordinateur a été pensé comme un générateur de formes qui permettait de « renforcer » la créativité. Ce nouveau rôle accordé à l'ordinateur a entraîné dans son sillage une série d'explorations formelles qui ont pris avec sérieux l'idée d'une possible refonte de l'architecture, dont les épisodes de la déconstruction (1988) et du pliage (1993) ont cherché à définir une nouvelle architecture. La question que nous souhaiterions soumettre dans le cadre de ce colloque est que se serait-il passé si la déconstruction n'avait pas eu lieu ?

Mots-clés. Processus expérimentaux, Explorations formelles, Fractals, Modeleurs.

Abstract. The *Fractal Studio*, which was held in 1987 and allowed Chris I. Yessios and Peter Eisenman to meet, was certainly a key moment in the shift in attitudes towards the role of IT in architectural practices. In order to understand this shift, Yessios' research will present some of the challenges of computer-aided design at the beginning of the 1980s, such as the opposition between orthogonal projection and volumetric modelling. For the *Fractal Studio*, the question of how to represent a building will no longer be central, but, based on an exploration of certain processes, including fractals, the computer has been designed as a form generator that makes it possible to "reinforce" creativity. This new role given to the computer has led in its

* Sébastien.bourbonnais@gmail.com

wake to a series of formal explorations that have taken seriously the idea of rethinking architecture, which the episodes of deconstruction (1988) and folding (1993) have tried to define a new architecture. The question we would like to raise at this symposium is what would have happened if the deconstruction had not taken place?

Keywords. Experimental processes, Explorations, Fractal, Modeling.

1. Introduction

En 1987 a eu lieu la rencontre entre Chris I. Yessios et Peter Eisenman lors d'un studio étudiant à l'Université de l'Ohio et qui sera présenté sous le nom de *Fractal Studio*. S'il y avait effectivement une référence avec la théorie développée par Benoit Mandelbrot, l'intérêt de ce studio réside principalement dans le rôle accordé à l'outil informatique, comme générateur de forme architecturale.

Cette rencontre-association peut être considérée comme charnière dans l'histoire de l'appropriation de l'informatique par les milieux de l'architecture, car elle laisse entrevoir le changement de mentalités qui s'est opéré par rapport aux technologies numériques. Leurs capacités à générer des formes qui ne sont plus pleinement sous le contrôle de l'architecte ont fait que ces technologies se sont insérées dans une mouvance radicale de cette époque, qui souhaitait refonder les bases de l'architecture et de ses objets. La figure emblématique de Peter Eisenman a joué un rôle clé dans cette histoire par les interrogations qu'il a formulées ainsi que par la direction qu'il a donnée quant au travail réflexif à entreprendre sur l'architecture elle-même. Si pendant cette période, ainsi que la suivante, une réelle fascination s'est manifestée pour les effets que permettaient de générer ce type de processus, notre regard ici se portera plutôt sur les enjeux techniques de ces processus en portant notre attention sur l'architecte-informaticien Chris Yessios, dont les recherches peuvent être considérées cardinales dans l'utilisation expérimentale de l'informatique en architecture. En effet, Yessios a participé activement, dès le milieu des années 1970, aux développements informatiques en architecture ainsi qu'aux nombreux débats qui se sont engagés autour de la conception assistée par ordinateur (CAO), au milieu des années 80.

En ce qui concerne le *Fractal Studio*, celui-ci sera l'occasion pour Yessios et ses étudiants d'explorer différents processus, par exemple ceux des fractals, des arabesques, et de morphing, afin de démontrer le potentiel de l'ordinateur comme un « renforcement » des processus créatifs, dont le concours pour le projet du Biozentrum devait avoir recours à ces processus afin de déstabiliser, par distorsions, certains principes inébranlables de l'architecture. Dans ce cadre, Yessios s'était donné la mission de produire des outils qui pourraient répondre aux besoins spécifiques de la conception architecturale.

Le projet d'Eisenman sera lauréat, ce qui permettra d'une certaine manière pour Yessios de valider cette méthode de travail, sinon de reconnaître dans ses outils un potentiel pour la pratique. Pour Eisenman, ce projet lui permettra d'asseoir son idée de la *Déconstruction en architecture*, dont l'exposition se tiendra l'année suivante. À ce titre, l'origine du terme fractal, *Fractus*, voulant dire irrégulière, brisée, aurait très bien pu s'appliquer à une partie de cette production liée à la déconstruction et dans une autre mesure, à celles présentées dans le numéro d'*AD* de 1993 : *Folding in architecture*.

La question que nous souhaiterions soumettre dans le cadre de ce colloque est que se serait-il passé si la déconstruction n'avait pas eu lieu ? En d'autres termes, si l'engouement pour les processus développés lors de ce studio n'avait pas été allié aux préoccupations de l'époque, de refondation de l'architecture, mais c'était associé à d'autres fins, est-ce que l'imaginaire lié aux architectures numériques aurait été le même ?

2. Yessios et quelques questions des années 80

Avant d'aborder directement le *Fractal Studio*, il est important de présenter le contexte dans lequel Chris Yessios réalisera ses premières expérimentations en informatique ainsi que certains des questionnements qui seront soulevés autour de ses travaux. Yessios a d'abord été connu pour avoir participé à ce qui a été défini sous le nom d'allocation spatiale, avec SIPLAN (Site planning), en 1975. Il sera ensuite l'un des fondateurs, avec Charles M. Eastman et William J. Mitchell, des rencontres ACADIA (1981). Au milieu des années 1980, en raison de l'accessibilité grandissante du matériel informatique ainsi qu'à leurs perfectionnements, s'engageront plusieurs réflexions sur le rôle que devait occuper l'ordinateur dans l'activité de conception. Pour de nombreux architectes, la conception se trouvait divisée en deux, avec une partie qui pouvait être reléguée à la machine, tandis qu'une autre, moins bien définie, floue, demeurait sous l'autorité de l'architecte. Yessios a proposé la distinction entre conceptualisation et exécution qui, sans isoler chacun des termes, ceux-ci se trouveraient imbriqués l'un dans l'autre, comme si la conceptualisation ne pouvait se concrétiser que dans l'exécution. C'est d'ailleurs à ce moment que plusieurs architectes et théoriciens s'interrogeront à savoir s'il ne serait pas envisageable d'externaliser la créativité pour la rendre computationnelle.

Yessios, de son côté, sera intéressé et engagé à proposer un modéleur adapté à la conception architecturale, en développant une modélisation à partir du vide, et non plus à partir du plein. Cette idée de pouvoir concevoir directement à partir de la maquette virtuelle, d'emblée tridimensionnelle, entrainera un débat conséquent avec les défenseurs de la projection orthogonale, du dessin bidimensionnel, comme mode le plus approprié pour l'activité de conception. S'engagera ainsi une discussion entre Yessios et son collègue Eastman sur ce sujet.

2.1 Débat : projection orthogonale vs modélisation volumétrique

Lors d'un colloque sur la *computabilité* de la conception à l'université de Buffalo, à la fin de 1986, Yessios et Eastman feront le même constat : la modélisation géométrique par solides [*solid geometric modeling*] n'est pas adaptée pour la conception architecturale. Pour Eastman, « Les modeleurs de solides promettaient de révolutionner la conception architecturale en fournissant une seule base de données unifiée pour la description complète d'un bâtiment, et qui pourraient ainsi être utilisés pour la génération automatique de dessins et servir de bases pour différentes analyses. La révolution promise n'a cependant pas lieu, pour des raisons inhérentes aux dessins et à la pratique architecturale, et pas tellement en raison des faiblesses des modeleurs de solides eux-mêmes. (Eastman, 1987) »

Eastman ne sera pas contre la modélisation tridimensionnelle, mais y trouvera de nombreuses limitations qui la rendait peu pertinente, voire inadaptée, pour la pratique architecturale, surtout en comparaison avec le dessin. « Les dessins permettent d'être flou dans la définition de l'artéfact, ce qui n'est pas le cas de la modélisation. (Eastman, 1987) » Le dessin permettait d'une part de faciliter la prise de décision et la communication entre les différents acteurs d'un projet, et d'autre part, il permettait d'aborder les problèmes de manière isolée « sans qu'il soit nécessaire de définir le modèle géométrique 3d des composants en question. En d'autres termes, les concepteurs peuvent faire abstraction de la totalité de la conception pour se concentrer sur des problèmes en particulier. (Eastman, 1987) » Ce qui devait se faire plus aisément avec le dessin, croquis, schéma qu'avec une modélisation précise et complète d'un objet. C'est d'ailleurs le propre du dessin géométral, comme le définissait Daniel Estevez dans une comparaison entre dessin et infographie. « Le dessin géométral est caractérisé non seulement par sa bidimensionnalité mais aussi par sa fragmentation (de composition en plan/coupe/élévation). (Estevez, 2001) »

C'est en revanche bien sur cette capacité d'unification propre à la modélisation que reposait les nombreux espoirs. L'architecte Paul Quinrand également très impliqué dans les développements informatiques, avait lui aussi souligné cet aspect dans un article sur les « quatre vues » que permettaient certains programmes de l'époque. « Les outils CAO permettent aujourd'hui [1986] de représenter sur un écran, simultanément, des vues multiples d'un objet [...] » ce qui permettait d'évaluer et de mesurer « l'état du projet architectural dans toute sa complexité tridimensionnelle et en gérer la cohérence. (Quinrand, 1986) »

Yessios partagera cet intérêt pour la modélisation volumétrique, pour sa capacité à représenter un édifice dans sa complexité, mais comme Eastman, force est de constater qu'au « milieu des années 80, nous avons conclu que la modélisation par solide était incapable d'exprimer et d'accommoder l'architecture. » Ces modeleurs restaient à inventer.

2.2 La modélisation du vide

Comme plusieurs, à l'époque, Yessios avait été fasciné par les modeleurs de solides développés pour des applications en mécanique et en ingénierie, principalement en raison de leurs nombreuses opérations théoriques d'union, d'intersection, de soustraction, d'extrusion, etc. qu'ils permettaient, mais comme la plupart, il fut rapidement désillusionné, car ces modeleurs de solide, surtout lorsque ces opérations étaient réalisées, n'arrivaient pas à prendre en compte les spécificités de la conception architecturale, ni à se rapprocher du savoir intuitif de l'architecte.

La conviction de Yessios était que la résolution de ce problème pouvait se trouver dans une modélisation générée à partir des vides plutôt qu'à partir des pleins. Selon lui, ce type de modélisation s'approchait davantage de la manière que les architectes avaient de penser les espaces et surtout leurs transformations.

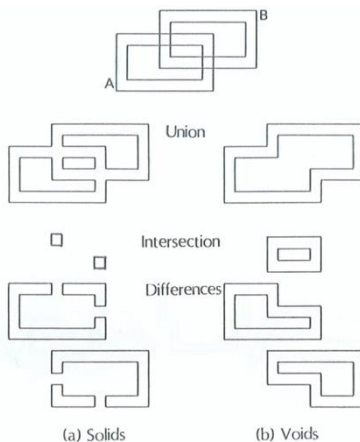


Figure 1. Comparaison entre deux types de modeleurs (a) de solides et (b) à partir des vides, montrant les différents résultats pour une même opération, Yessios, « The Computability of Void Architectural Modeling », 1987.

Pour y parvenir, Yessios a créé une peau du vide [skin of void] qu'il chargeait positivement ou négativement, de manière à indiquer si l'espace était ouvert ou clos. Ce système de peau reposait quant à lui sur un axe squelettique [Skeleton Axis]. Cette manière de modéliser, à partir des vides, permettait une plus grande efficacité pour répondre aux exigences de la conception architecturale, lorsqu'il était question de réaliser des formes relativement complexes, de concevoir des espaces irréguliers, ou de réaliser plusieurs manipulations sur une modélisation quelconque. Cette polarisation de la ligne peut être interprétée comme une sorte d'interaction, simple, mais suffisamment complexe pour donner

la possibilité à une ligne de changer de signe (+, -) après quelques opérations : un dehors peut devenir un dedans, lorsque celui-là se trouve enveloppé.

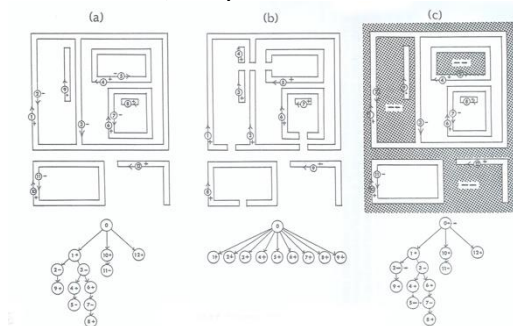


Figure 2. Plans avec leur représentation sous forme d'arborescente, Chris Yessios, « The Computability of Void Architectural Modeling », 1987.

Yessios voit dans la modélisation du vide, dans l'espace [space enclosure] et par conséquent dans la relation entre intérieur et extérieur, l'un des éléments essentiels et constitutifs de la composition architecturale. C'est principalement cette propriété qu'il intègre à la logique des modélisateurs de cette époque. Cette modélisation du vide, pour Yessios, reste tout de même un outil qui assiste le concepteur et qui intervient uniquement dans la phase d'exécution, sans affecter celle de conceptualisation.

Le modélisateur architectural, peu importe qu'il soit basé sur une technique de modélisation par solide ou par vide, n'est pas un producteur de concepts de design, ni de solution. [...] Ce n'est pas un moyen qui mène à la conception automatisée, mais à la conception assistée par ordinateur, où le concepteur humain conserve le contrôle de la conceptualisation, des décisions de conception, et des jugements de valeur. (Yessios, 1987b)

2.3 Conceptualisation et exécution

La distinction que proposait Yessios entre *conceptualisation* et *exécution* cherchait à définir ce qui relevait du subjectif (propre à chaque architecte) et de l'objectif, de l'objectivation, dans le sens littéral de *faire objet*. C'est pour cette raison que Yessios, comme plusieurs autres, a cherché à comprendre ce que dans la conception était objectivable, et par conséquent calculable. La *conceptualisation* était ce qui concernait les problèmes flous, encore mal posés ou non reconnus. Cette partie est, pour Yessios, ce qui « intègre une large étendue d'activités et où, il est attendu que celles-ci doivent être différentes d'un concepteur à l'autre ». Ce premier moment de la conception relevant de la subjectivité, de la sensibilité ou du talent, demeure pour Yessios, jusqu'au bout, « réservé au domaine humain des concepteurs et des utilisateurs (Yessios, 87b) ». Cette conceptualisation ne peut être assurée par la machine elle-même.

L'exécution en revanche ne se distingue pas si franchement qu'elle y paraît, car c'est au travers de l'exécution que se définissent et se posent les problèmes à régler. Elle peut dans ce sens agir comme l'esquisse, raison supplémentaire pour laquelle Yessios a trouvé des adversaires autour des défenseurs du dessin.

Cette idée sera d'ailleurs poursuivie et concrétisée par la création du logiciel Form*Z, où Yessios annonçait d'entrée de jeu que : « Form*Z est un instrument [argument] contre le dessin brouillon [drafting] (Serraino, 2002) ». Le pari de Yessios était de transfigurer le croquis par un dispositif capable de se passer des propriétés du dessin géométral, en concevant directement à partir de volumes. L'attaque de Form*Z contre le dessin, l'esquisse et le croquis n'est cependant pas aussi radicale que la voie empruntée par l'expression écrite,

comme sera celle de la programmation. Ce modeler reste dans le registre du visuel et de la forme ; il ne change pas véritablement d'expression, mais seulement les propriétés ou les fonctions de l'objet représenté.

3. Le *Fractal Studio*

La rencontre réalisée à l'Université de l'Ohio entre Yessios et Peter Eisenman, constitue certainement l'un des premiers moments clés où la sensibilité des architectes vis-à-vis des technologies numériques s'est aiguisée ; à contribuer à redéfinir le statut de l'ordinateur dans l'activité de conception.

Malgré les réticences d'Eisenman pour l'ordinateur au début de la collaboration, Yessios est parvenu à le convaincre de se joindre à eux et de leur *confier* son projet, pour la raison que « ce qu'il voyait, bien sûr, n'avait rien à voir avec l'usage courant de l'ordinateur faite par les firmes d'architecture. Il voyait l'ordinateur comme un générateur de forme architecturale (Yessios, 1987a) ». La possibilité d'explorer et de générer des formes grâce à de nouveaux moyens a été sans aucun doute ce qui a séduit Eisenman.

Les fractals ont servi de prétexte afin de développer des processus qui seront utilisés dans la conception du Biozentrum, à Frankfurt. Si les réalités du concours ont obligé de simplifier les processus et de freiner l'exploration, il n'en reste pas moins que ce type de recherche, afin de définir des processus utiles et pertinents pour la conception, s'est introduit de manière significative dans les pratiques architecturales contemporaines.

3.1 Les processus fractals

Les architectes n'ont jamais eu peur d'emprunter des notions, voire concepts, pour les intégrer dans leur démarche du projet. Ces « concepts-nomades », métaphoriques, analogiques ou encore symboliques peuvent provenir de différents champs de la connaissance, même si le choix de leur provenance n'est pas anodin dans l'imaginaire que l'architecte cherche à suggérer.

Au milieu des années 1970, Benoit B. Mandelbrot inventera le terme d'objets fractals qui se voulait expliquer, ou du moins rendre intelligible des morphologies généralement complexes, irrégulières ou très fragmentées, et pour lesquelles aucun modèle n'était parvenu à saisir cette réalité sans en simplifier une dimension. Les exemples les plus connus resteront la mesure de la côte de la Bretagne ou encore la distribution des galaxies. Mandelbrot s'intéressait à la question de l'infini d'un point de vue original. « Cet essai commence par donner des exemples de courbes qui ne s'en vont pas à l'infini, mais dont la longueur entre deux points quelconque est infinie (Mandelbrot, 1975). » Fragmenter un objet à l'infini afin de définir de nouvelles dimensions, ce qui permettait de décrire des réalités complexes.

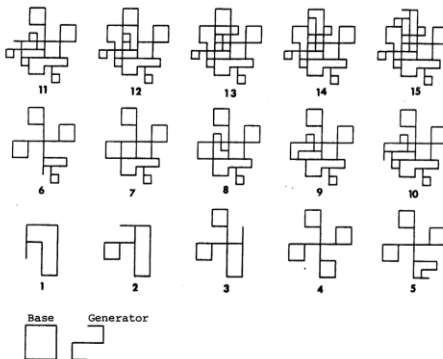


Figure 3. Processus fractals tels que définis par Yessios lors du *Fractal Studio*, ACADIA, 1987.

Sous le principe de la géométrie fractale, et principalement avec l'idée d'homothétie interne, Yessios développe un système qui, à partir d'un générateur, entraîne plusieurs transformations sur une base choisie au préalable. La spécificité réside dans le fait que ces générations peuvent se prolonger jusqu'à l'infini, entraînant des résultats surprenants qui apportent parfois des alternatives ingénieuses à un problème posé.

Ces processus n'étaient pas inédits, mais se plaçaient dans la mouvance des grammaires de formes, initiée par Georges Stiny et James Gips, définie comme « un ensemble de règles de transformation appliquées récursivement à une forme initiale, générant de nouvelles formes. (Stiny, 1985) »

Sans être véritablement aléatoire, car répondant à des règles simples et clairement établies, ces processus créaient néanmoins un sentiment d'incertitude devant ces transformations qui donnaient des résultats souvent inutilisables, incompréhensibles et chaotiques. Devant ces résultats, Eisenman avait soulevé cette question : « [est-ce] que cela signifie que nous sommes allés trop loin (Yessios, 87a) ? » Pour le concours, et de manière générale, ces processus devaient trouver une façon d'être maîtrisée afin d'être utilisable pour l'architecture. Yessios disait : « Le procédé fractal a besoin d'être muté par les exigences liées aux fonctionnalités du bâtiment. » Il ne s'agissait pas de reproduire les processus fractals, mais de s'en inspirer suffisamment pour que ces processus trouvent une pertinence et une cohérence pour un projet spécifique. Ces explorations devaient être calibrées ; leur résultat devait quant à lui être modifié afin de répondre aux exigences spécifiques du projet.

L'ordinateur n'était néanmoins plus envisagé comme un simple outil de représentation en trois dimensions, ni comme un outil d'optimisation pour un problème donné, mais il laissait entrevoir des capacités pour penser la conception architecturale sous un autre angle.

3.2 La réalité du studio et du concours

Le concours pour les installations d'un centre de recherche en biologie pour l'Université de Frankfurt, était un concours international, fermé, mais dont Eisenman avait été invité à participer. Fait ayant son importance car dans cette situation, le champ d'action de Yessios et de quelques-uns de ses étudiants se limitait principalement à assurer l'expertise informatique du projet. Yessios se devait de « traduire des notions intuitives de conception dans des outils utilisables (Yessios, 87a) ». Il se trouvait en quelque sorte à réaliser la partie exécutive du projet, laissant Eisenman à la conceptualisation. Yessios « assistait » Eisenman. Malgré tout, Yessios s'était retrouvé à concevoir les processus génératifs suggérés par Eisenman : géométrie fractale, arabesque et processus ADN.

Le studio a constitué un vrai lieu d'expérimentation technique, dans sa première phase, du moins. Comme le spécifiait Yessios lui-même : « Nous ne comprenons même pas pleinement le potentiel de ce qui est déjà en place. En vérité, le potentiel apparaît pratiquement infini. Cela nous amena à définir des schèmes de composition pour lesquels nous n'aurions jamais conçu par nous-mêmes, mais l'ordinateur est capable de le développer pour nous. Ensuite, nous programmons l'ordinateur, nous lui disions quoi faire. Ce n'est pas paradoxal autant que cela peut paraître. Cela démontre bien le potentiel de la machine comme un « renforcement » de nos processus de créativité. (Yessios, 87a). » Ce qui amènera une phase riche en explorations, où l'ultime objectif était de faire évoluer les outils à partir de la logique propre de chacun des processus étudiés. Il était question, dans les faits, de se servir d'un système existant de modélisation, comme base, pour ensuite y ajouter des modules et d'observer ce que cela produisait.

C'est seulement dans une seconde phase que les processus ont eu l'obligation de trouver une opérabilité et de se plier aux contraintes du projet. Cette phase s'est clairement distinguée de la première – elle s'est déroulée après – mais surtout, elle n'a pas été réalisée dans l'Ohio, mais principalement dans les bureaux d'Eisenman à New York. Comme l'a rappelé Greg

Lynn, cela a amené une logistique particulière où les figures du projet étaient « conçues en révisant des séquences codées qui étaient faxées quotidiennement à un laboratoire informatique de la Ohio State University, où un logiciel sur mesure était écrit et où les tracés étaient réalisés. Grâce au nouveau service de livraison de nuit de Federal Express, ces tracés étaient ensuite annotés et révisés dans le bureau d'Eisenman à New York, et de nouveaux codes étaient renvoyés dans l'Ohio. (Lynn, 2017) »

Si les technologies actuelles simplifient ce genre de travail collaboratif à distance, l'intérêt réside cependant dans le fait que les architectes ont pris plus ou moins conscience du champ d'investigation qui s'ouvrait à eux par rapport aux processus de conception générés par informatique, leur potentiel, mais également la difficulté de les « produire » et surtout, d'en faire quelque chose de pertinent pour un projet.

3.3 Définir des processus utiles pour la conception architecturale

Le processus qui servira à générer la configuration spatiale du Biozentrum sera en effet très en-deçà des explorations ambitieuses que nous venons de présenter. « La forme du projet est le résultat de l'action des trois processus les plus fondamentaux par lesquels l'ADN construit la protéine : la réplication, la transcription et la traduction ; figures géométriques qui servent aux biologistes pour expliquer ces processus... (Yessios, 87a) » Malgré tout, l'idée générale de la fractal sera maintenue lorsqu'Eisenman mentionne que : « le résultat est un dialogue complexe entre la forme initiale et ses distorsions (Eisenman, 1988) ». C'est entre autres pour cette raison que dans leur ouvrage *Mathématique et Architecture*, les auteurs considèrent Eisenman comme : « l'architecte qui a intégré le plus récemment la théorie de la complexité et de la géométrie fractale directement dans la production de systèmes (Burry, 2010) ».

Comment réaliser et configurer des processus complexes et surtout comment concevoir un projet avec ceux-ci ? Tel pourrait être les deux questions qui ont émergées de la rencontre du *Fractal Studio*.

Avant de conclure sur le studio, il est important de mentionner qu'un autre processus avait été exploré par Yessios, celui de « transition » [*translation*], qui a trouvé un écho important pour la génération suivante d'architectes. Il s'agit du passage d'une image à une autre, de manière continue. Yessios l'explique de la façon suivante : « Le processus de transition transforme une forme initiale A en une forme cible B en appliquant un nombre indéterminé d'étapes intermédiaires. Les points de la forme A sont convertis dans la forme B et vice versa. Alors chaque point de A a un point correspondant en B et vice versa. (Yessios, 87a) »

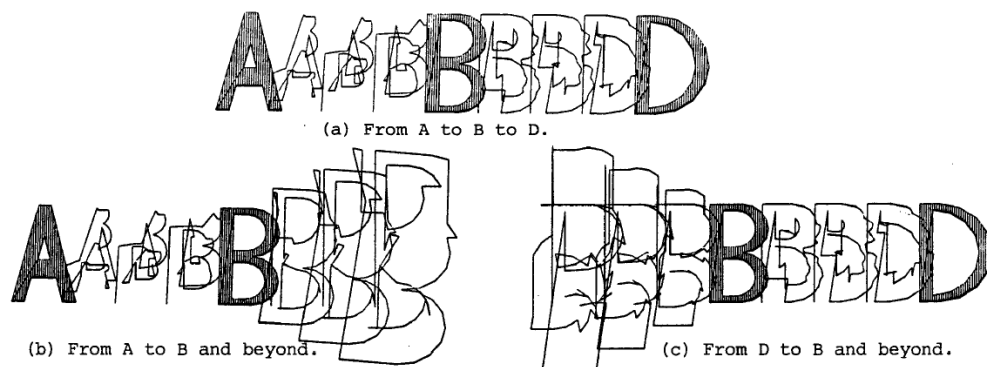


Figure 4. Transition de A à B à D... et au-delà. Processus présentés par Yessios lors du *Fractal Studio*, ACADIA, 1987.

Cette technique prendra son essor lorsque ces points ne seront plus seulement appliqués à une figure simple, bidimensionnelle, mais à une surface divisée en grille, ce qui sera possible et accessible avec certains logiciels, comme Alias/Wavefront, employés principalement pour les effets spéciaux ou les films d'animation. Il est évident que ces processus, leurs possibles configurations, ont ouvert un champ d'exploration qui aura marqué une large partie des expérimentations au tournant des années 2000.

4. Si la Déconstruction n'avait pas eu lieu

L'exposition *Deconstructivist in Architecture*, qui s'est tenue au MoMa en 1988 et dont le projet présenté pour Peter Eisenman était le Biozentrum, ne fera aucune allusion à la notion de fractal, ni même au studio qui aura contribué à sa mise en forme. La question de l'informatique en architecture n'était d'ailleurs même pas effleurée. Avec les années, par un travail rétrospectif de certains historiens, il a été possible d'établir une forte cohérence entre les expérimentations rassemblées sous la bannière déconstructiviste et celles liées au pliage [folding] en architecture, considéré comme un moment charnière dans l'introduction du numérique en architecture. Cela s'explique d'une part parce que quelques-uns des architectes présents à l'exposition seront également présents dans le numéro d'*AD*, et d'autre part, les premières formes *pliées* ont d'ailleurs une forte ressemblance avec celles célébrant la contradiction à la fin des années 80.

À ce titre, Lynn remarquait la possibilité de confondre les deux. « Avec un groupe de jeunes architectes, les projets qui représentent le mieux le pli, sans coïncidence, sont ceux produits par plusieurs des mêmes architectes qui, vus précédemment, sont impliqués dans la variation de la contradiction. (Lynn, 1993) » Afin de prendre leurs distances avec la déconstruction, le critique d'architecture Kipnis proposera la distinction entre *Déformation* et *Information*, où les architectes impliqués dans la *déformation*, comme Eisenman et Frank O. Gehry, chercheront une nouvelle esthétique de la forme, par la forme ; tandis que ceux impliqués avec l'*information*, représentés par les architectes Rem Koolhaas et Bernard Tschumi, montrent un désintérêt pour la recherche esthétique en cherchant plutôt une nouvelle forme institutionnalisée (Kipnis, 1993).

La question centrale sera bien celle de la déformation-transformation-reformation, à la nuance près que le pli ne souhaitait plus souligner les contradictions, les mettre en évidence par des formes irrégulières, brisées, mais valorisait un mélange fluide qui se déforme, transforme et reforme par rapport à des systèmes de forces de différentes natures.

Au-delà de cette concordance des temps et des personnes impliquées, il semble que le tournant théorique déclenché par Eisenman et dont les architectes des années 90 hériteront, ne soit pas l'unique lien à tisser entre ces deux périodes. Le développement des outils pendant le *Fractal Studio* semble également avoir sa part dans l'origine de cette histoire. Dans tous les cas, il semble exister une source à deux entrées pour définir ce moment initiateur des années 90, dont un de ses côtés a été très peu mis de l'avant.

C'est dans ce sens que la question est formulée : que ce serait-il passé si l'épisode intellectuel de la déconstruction n'avait pas eu lieu ? Si les processus computationnels s'étaient introduits sans toutes l'exigence et la radicalité théorique cherchant à renverser les conventions de l'architecture ? Pour répondre à ces questions hypothétiques, il n'est par inintéressant de porter notre attention sur le moment où les architectes impliqués avec les technologies numériques s'aperçoivent des difficultés, voire des limites, de ces explorations qui se concentrent à réfléchir uniquement une refondation de l'architecture.

4.1 Toujours l'infini...

L'exposition *Architectures non standard* constitue certainement un autre moment charnière où il mérite que l'on s'arrête. Sans entrer dans les détails de cette exposition, ni dans les nombreuses analyses qui ont pu en être tirées, attardons-nous, pour terminer, à l'étrange rapprochement que fait Frédéric Migayrou avec l'analyse non standard d'Abraham Robinson. « [Elle] radicalisera après Henri Poincaré et G.W. Leibniz la théorie des infinitésimales et révolutionne l'idée de continu mathématique. Celle-ci aura une application logique d'une part (systèmes algorithmique, intelligence artificielle...) et morphogénétique d'autre part (herméneutique formelle, théories des catastrophes, fractales...). Les outils numériques, qui combinent d'un continu logique à celui d'un continuum morphogénétique, nous font passer du mode de l'interprétation (forme de la nature) à celui de la production. (Migayrou, 2003) » Cette référence sera ensuite balayée assez rapidement pour s'en tenir à faire du non standard l'opposant à la standardisation, dérivée de la production en série. Comment devons-nous interpréter le recours à cette théorie ? Puis à ce décalage ?

À partir d'une recherche rapide, l'article « les applications de l'analyse non standard » (Diener, 1989), nous fait comprendre que la problématique du non standard touche de près l'infiniment petit ou l'infiniment grand, ce qui, à la lumière des expérimentations réalisées en lien avec la théorie de Mandelbrot, peut étonner. Pourquoi les architectes ont soudainement été intéressés par des théories mathématiques complexes qui s'attaquent aux questions de l'infini ? D'un infini tout à fait particulier, d'ailleurs.

Les capacités de l'ordinateur à générer un nombre d'itérations incomparables avec celui possible par un individu, ou même un groupe d'individus, expliquent en partie cet intérêt. Les réalisations de Michael Hansmeyer, comme par exemple la *subdivided columns* (2010), sont certainement à mettre dans ce registre. Il est cependant possible d'avancer une autre hypothèse, surtout en sachant que la réalité de l'architecture construite oblige généralement de modérer sinon de réprimer complètement ce genre d'explorations, principalement celles qui reposent sur des problématiques liées à l'infini.

Si le caractère abstrait et insaisissable a quelque chose pour séduire les architectes, il existe néanmoins toujours un élément qui freine cette indétermination, ou du moins qui la limite ou la concentre sur un aspect précis. Que ce soit les questionnements soulevés par la déconstruction ou encore la « nouvelle architecture » revendiquée par les architectes du pliage, il n'en reste pas moins que ces préoccupations, malgré l'étendue qu'elles cherchaient à embrasser, ont joué un rôle de relais amplificateur (Simondon, 1976) ; elles ont permis de déployer, d'organiser et de guider ces processus selon l'énergie mobilisée dans ces expérimentations, sans quoi, ces processus n'auraient su s'arrêter. Pour le dire autrement, des événements comme le déconstructivisme ou le non standard sont ce qui a permis d'amplifier, de gouverner et de doser les potentiels disponibles dans ces processus. Sans cela, cette énergie, aussi puissante soit-elle, n'aurait rien eu pour s'accrocher et se déployer ; elle aurait été perdue.

Bibliographie

- Burry, J. & Burry, M. (2010). *Mathématiques et architecture*. Grenoble : Actes Sud.
- Diener, F. & Diener, M. (1989). Les applications de l'analyse non standard. *La Recherche. L'actualité des sciences*. 20, no. 206, 68-83.
- Eastman, C. (1987). Fundamental Problems in the development of Computer-Based Architectural Design Models. In Y. Kalay (Ed.), *Principles of Computer-Aided Design : Computability of Design* (pp. 133-140). New York : John Wiley & Sons.
- Eisenman, P. (1988) Biozentrum. In P. Johnson & M. Wigley (Éds), *Deconstructivist Architecture*. New York, Museum of Modern Art.

- Estevez, D. (2001) *Dessin d'architecture et infographie. L'évolution contemporaine des pratiques graphiques*. Paris : CNRS éditions.
- Kipnis, J. (1993). Towards a new Architecture. *Architectural Design. Folding in Architecture* 63, no. 3-4, 40-49.
- Lynn, G. (1993). Architectural Curvilinearity. The Folded, the Pliant and the Supple. *Architectural Design*, n° spécial, *Folding in architecture*, vol. 63, no.3-4, 8-23.
- Lynn, G. (2017). 1987 Devenir natif du numérique : des notes sur une sélection d'artéfacts de l'architecture numérique de la fin du XXe siècle. In A. Goodhouse (Éd.) *Quand le numérique marque-t-il l'architecture ?* Montréal : Sternberg Press.
- Mandelbrot, B. (2010 [1975]). *Les objets fractals : Forme, hasard, dimension*. Paris : Flammarion.
- Migayrou, F. (2003). Les ordres du non standard. In F. Migayrou & Z. Mennan, (Éds), *Architectures non standard*. Paris : Centre Pompidou.
- Quinrand, P. (1986). L'image en architecture. In Alain Renaud (Ed.), *Imaginaire numérique*, (pp. 239-247) Paris, Hermès.
- Serraino, P. (2002). *History of Form*Z*. Basel : Birkhäuser.
- Simondon, G. (1976). Le relais amplificateur. In *Communication et information*. Chatou : La Transparence, 177-186.
- Stiny, G. (1985). Computing with Form and Meaning in Architecture. *Journal of Architectural Education*, no. 39.
- Yessios, C. (1987). A Fratal Studio. *ACADIA*, 169-181.
- Yessios, C. (1987). The Computability of Void Architectural Modeling. In Y. Kalay (Ed.), *Principles of Computer-Aided Design : Computability of Design* (pp. 141-172). New York : John Wiley & Sons.