

I. L'image de synthèse en architecture



Table des matières :

I. L'image de synthèse	3
A. Présentation.....	3
B. Modèles en 3D: objectifs et histoire	3
C. La fabrication d'une image 3d peut se diviser en deux grands domaines: la modélisation et le rendu.	4
1. Le processus de modélisation	4
2. Le rendu de synthèse	5
3. Technologies émergentes	7
II. L'architecture et la 3d	10
A. L'imagerie numérique.....	10
B. L'approche des architectes	10
1. Stéphane Potier	10
2. Rafaël Viñoly Architects.....	12
3. César Pelli & Associates	14
4. Machado & Silvetti Associates	15
5. Skidmore, Owings & Merrill	17
6. Gwathmey & Siegel	18
7. Hellmuth, Obata et Kassabaum	19
8. Bohlin Cywinski Jackson	20
9. Peter L. Gluck and Partners	21
C. De diverses applications	23
III. L'image de synthèse : une nouvelle appréhension de la volumétrie.....	23
IV. Sources	28
A. Sites internet.....	28
B. Livres	28

II. L'image de synthèse

A. Présentation

Au XXe siècle, l'ordinateur a fait beaucoup pour le progrès humain et est pratiquement indispensable dans de très nombreux métiers. Dans ce sujet, nous allons nous intéresser à la partie graphique en 3 dimensions. Dans ce domaine l'ordinateur est un outil très performant. Il a aidé tous ceux qui ont pour métier de visualiser l'imaginable à créer des images incroyablement proches de la réalité. Compte tenu de sa capacité à produire des images puissantes et riches de milliers d'informations, nous essayeront de voir ce que peut apporter cette technologie aux architectes.

Pour commencer, nous allons d'abord faire un tour d'horizon sur ce qu'est l'image de synthèse.

B. Modèles en 3D: objectifs et histoire

Les architectes fabriquent des maquettes, notamment pour étudier et mettre au point leur projet ou guider l'entrepreneur pendant le chantier. Les maquettes sont analysées avec soin lors des concours qui rapportent des commandes. Alors que les maquettes d'étude servent à résoudre des problèmes de conception, les maquettes de présentation ont pour objectif d'impressionner et de séduire, de faire vendre.

L'utilisation de maquettes remonte à l'Antiquité. Aux XVeme et XVIeme siècles, elles sont utilisées à chaque phase du processus de conception architecturale, de la mise en oeuvre des idées initiales à la présentation de projets achevés.

Comme l'écrit Léon Battista Alberti en 1486 dans *l'art de construire*: «Je ne me lasserai jamais de recommander la coutume, pratiquée par les meilleurs architectes, de réaliser non seulement des dessins et des croquis, mais aussi des maquettes en bois ou autres matériaux. Elles permettent d'étudier l'œuvre comme un tout et, avant d'aller plus loin, de jauger les difficultés possibles et les dépenses à prévoir.»

Avec la technologie, l'image de synthèse 3D, aujourd'hui accessible à des prix abordables, apparaît comme un complément quasi-indispensable de la maquette, tend même dans certains cas à la remplacer, et ce souvent dans le but de créer une interaction entre des architectes et leurs clients. Cette interaction constante est particulièrement enrichissante. Elle permet au donneur d'ordres de participer aux réunions de travail et d'être là quand les décisions conceptuelles sont visualisées et discutées par tous les membres de l'équipe. «C'est important, parce que cela économise ce qui nous manque le plus: le temps », explique Michael Willis, architecte à San Francisco.

Maquette virtuelle pour la candidature d'Istanbul aux J.O. de 2000.



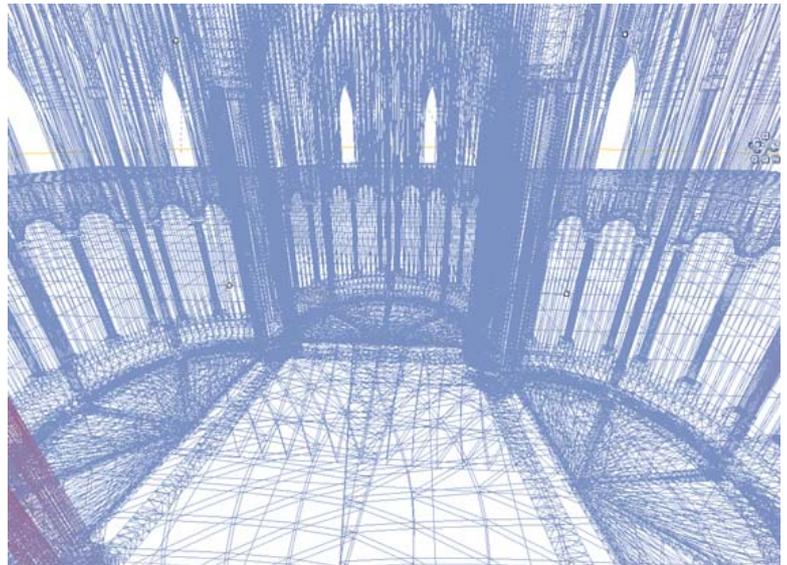
C. La fabrication d'une image 3d peut se diviser en deux grands domaines: la modélisation et le rendu.

La fabrication d'une image 3d peut se diviser en deux grands domaines: la modélisation et le rendu.

1. Le processus de modélisation

La phase de modélisation est celle de la construction de la maquette virtuelle. Un modèle numérisé en 3D contient des données géométriques en coordonnées x , y et z . La modélisation aboutit à des créations géométriques virtuelles en 3D, que l'on appelle objets. Ces objets, assemblés, servent à composer une scène. La modélisation numérique présente un grand avantage par rapport aux méthodes classiques utilisées pendant de nombreuses années et même encore aujourd'hui. Les modèles numérisés peuvent être modifiés au cours du processus de conception pour un coût minimal et devenir interactifs. De plus, ces modèles permettent en quelque sorte de pénétrer dans la maquette et de l'observer de l'intérieur.

Exemple d'image en cours de modélisation, sans texture, ni lumières, en rendu fil de fer (wireframe)....



La modélisation numérique est l'étape la plus importante et la condition sine qua non d'une image correctement rendue. Plus les détails sont poussés, plus l'image finale sera belle, car pour le rendu final, chaque ligne d'ombre de chacun de ces détails compte.

2. Le rendu de synthèse

Le rendu de synthèse est une technique de traitement de l'image qui génère une image de synthèse à partir d'objets ou de scènes numérisées en 3D (avec leurs propriétés matérielles physiques), d'un éclairage et d'une caméra placée dans un champ de vision choisi.

Pour obtenir un image de qualité photographique, on a cependant besoin d'informations, comme la couleur de l'objet, sa texture, son éclairage, ou, pour un objet en verre, le degré de transparence, la densité des épaisseurs, les réflexions...

a) Application de textures

Pour reproduire la qualité de surface de l'objet, il faut obtenir des informations sous forme numérisée. L'une des manières d'obtenir une application ou un mappage de texture est de scanner un échantillon du matériau.. La surface de l'objet dépend d'une image en bitmaps (image en pixels, comme une photo numérique) et donne l'impression d'avoir été peinte ou plaquée sur l'objet. On peut assigner des bitmaps pour modifier d'autres propriétés du matériau, tels que le relief (bump maps) ou la lumière (cartes spéculaires, de réflexion, d'opacité...).

b) L'éclairage d'objets ou de scènes

Ce processus est une étape difficile, en outre elle est celle qui prend le plus de temps, car l'éclairage numérisé se comporte assez différemment de celui d'une situation réelle. C'est l'une des tâches les plus ardues et les moins bien comprises du processus de rendu. De multiples sources de lumière peuvent éclairer une scène: spots, lumière ambiante, lumière radiale, lumières parallèles, néons, projecteurs. On ne peut créer des scènes bien éclairées qu'en procédant par tâtonnements. Une source de lumière parallèle se comporte presque comme le soleil. Par exemple, un rayon de lumière ajouté à un éclairage parallèle allégera les ombres dures, tandis que la lumière ambiante rehaussera ou diminuera l'éclairage.

Exemple de rendu de plan ombré et coloré.



Lors d'un rendu d'ombres simples, seule la lumière directement issue de la source est prise en compte dans le processus d'ombrage. Dans des images plus réalistes et plus précises, il est important non seulement de prendre en compte la source lumineuse elle-même, mais également la manière dont la surface et les divers objets réagissent à son effet. Éclairer une scène en 3D est un processus long et complexe, cela nécessite un ordinateur très performant et un temps de rendu important pour disposer et régler les différentes sources lumineuses. D'où le dilemme: faut-il investir dans un outil rapide, précis et facile à utiliser mais coûteux, ou dans un logiciel moins onéreux, mais qui consomme plus de temps? Peut être est-il plus intéressant de pouvoir se concentrer sur les techniques d'éclairage et de voir l'image que l'on attend en quelques secondes ou minutes, tout en réfléchissant déjà à des améliorations, que patienter pendant des heures pour voir apparaître une image ?

3. Technologies émergentes

Les nouvelles tendances qui se dessinent déjà en photométrie promettent de révolutionner notre compréhension de la lumière, et donc d'améliorer notre capacité à la communiquer. Certaines images sont des représentations photométriques précises de situations réelles. La recherche en photométrie a pris trois directions convergentes: la photométrie de profondeur de champs, l'éclairage tridimensionnel et la radiosité. La radiosité est d'une grande importance pour l'infographiste.

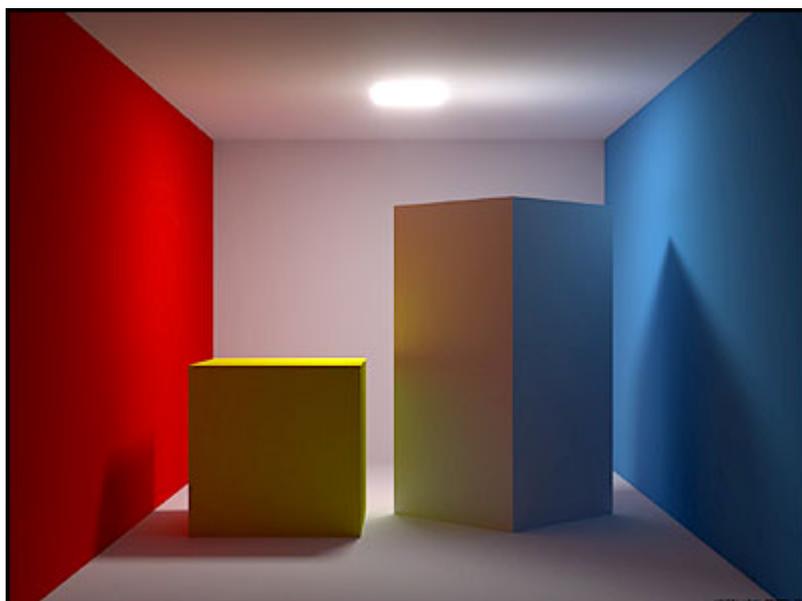
a) Radiosité et le lancer de rayon

Le lancer de rayon est très souple, car il peut modéliser une gamme très étendue d'effets lumineux. Pour synthétiser cette technique, il s'agit de retracer le trajet de la lumière en sens inverse, en partant de l'écran, du pixel, et de modifier la couleur de ce dernier en fonction des objets rencontrés et de leurs caractéristiques.

La radiosité est une forme avancée du lancer de rayon. Les images produites par lancer de rayon ont souvent un aspect assez artificiel, avec des ombres dures, et très marquées, comme tranchées au couteau.

Rendu typique en radiosité.

On peut remarquer que la couleur des parois est influencée par les couleurs moyennes . (le bleu teinte légèrement le sol blanc...)



Ni la radiosité ni le lancer de rayon n'offrent une solution globale à la simulation de la totalité des effets lumineux. La radiosité excelle dans le rendu des inter-réflexions diffuses et le lancer de rayon dans celui des réflexions spéculaires. La combinaison en post-production de la radiosité et du lancer de rayon offre la meilleure solution. Il est ainsi possible de combiner un lancer de rayon avec une vue spécifique en radiosité pour ajouter des réflexions spéculaires et des effets de transparence. Cette solution en radiosité remplace

les constantes d'ambiance imprécises par des valeurs d'éclairage indirectes précises, et génère donc une image beaucoup plus réaliste.

Exemple d'image incrustée dans un paysage existant photographié



La réalité virtuelle est-elle l'avenir de la profession de concepteur?
Nous avons aujourd'hui la capacité technique qui permet au concepteur et au client d'explorer des projets virtuels comme s'ils existaient déjà. Cette exploration virtuelle de l'espace a son prix, elle nécessite l'emploi de systèmes informatiques très coûteux.

Exemple de rendu utilisant les dernières technologies
(Mélange de lancer de rayons et de radiativité)



b) Regarder des images 3D en espace 3D

La meilleure façon - et la plus naturelle - de regarder des images en 3D est dans un espace en 3D ou virtuellement en 3D. Actuellement les images numérisées en 3D s'affichent sur les écrans d'ordinateur. Une nouvelle technologie pourrait être la clé qui déblocuera les possibilités de l'image en 3D. Le High Definition Volumetric Display est un appareil autostéréoscopique de haute précision qui fonctionne en regroupant les rayons lumineux d'une ou de plusieurs sources lumineuses. Il les rassemble et projette ses agrégats lumineux en image aérienne en 3D. «L'image réelle» créée est brillante, très colorée, et elle prend l'aspect d'un objet solide flottant dans l'espace qui peut être regardé en lumière du jour ou dans des conditions d'éclairage contrôlées. Les concepteurs pourront ainsi s'asseoir autour d'une table et regarder la maquette architecturale en 3 D, le rendu ou l'animation flotter au centre de la table ou dans la paume de leur main...

III. L'architecture et la 3d

A. L'imagerie numérique

L'imagerie numérique n'est souvent qu'une simple technique de communication du projet. Elle est généralement utilisée une fois le projet achevé, à des fins de vente promotionnelle du projet soit par l'architecte auprès du maître d'ouvrage, soit par le maître d'ouvrage vers la clientèle potentielle ou vers le public. Elle n'est en pratique que très rarement utilisée à des fins d'étude ou d'analyse pendant les phases de conception du projet. Mais rien n'empêche l'image numérique de participer activement à l'élaboration du projet en plus du fait de pouvoir servir d'instantané polaroïd du modèle informatique.

Nous allons voir comment différents architectes abordent et utilisent l'image de synthèse. Certains l'utilisent du début à la fin, d'autres juste comme image de présentation finale...

B. L'approche des architectes

1. Stéphane Potier

Stéphane Potier, est l'un des rares architectes français spécialisés dans la modélisation 3D de monuments historiques, il s'est vu confier la réalisation d'un projet ambitieux par l'Oeuvre Notre Dame: la modélisation complète (intérieur et extérieur) de la Cathédrale de Strasbourg (images malheureusement indisponibles).

Pour ce jeune architecte, "le but de ce projet n'est pas de produire des images pour le plaisir des yeux, mais d'utiliser la 3D comme un outil au service de l'architecture et de l'histoire de la Cathédrale. Modéliser une telle structure, en respectant scrupuleusement les cotes, revient dans une certaine mesure à la rebâtir. Même si l'ordre de reconstruction suit la logique et la chronologie du chantier, cette approche permet de mettre en évidence les limites de certaines théories. La reconstitution en 3D est une



méthode analytique quasi-scientifique. Si quelque chose n'est pas viable en image de synthèse, il y a peu de chance qu'elle le soit en conditions réelles. Pour autant, l'image de synthèse ne permet pas d'affirmer qu'une chose ait pu être faite selon une procédure donnée. Elle permet simplement, dans ce cas, de formuler des hypothèses. Ces hypothèses, pour être confirmées ou infirmées, doivent être soumises à l'avis de spécialistes comme les chefs de chantier, des historiens de l'art ou encore archéologues".

Mais pour Stéphane Potier, la réflexion ne s'arrête pas à l'empilement de structures géométriques sur l'écran d'un ordinateur.

"Reconstruire virtuellement une cathédrale implique une immersion complète dans son histoire. Pour comprendre la complexité d'un tel édifice il faut essayer de se glisser dans la peau des architectes qui l'ont bâti. Si ces personnes ont pu élever de telles constructions, c'est parce qu'elles possédaient une excellente connaissance des chantiers de l'époque. Matériaux, techniques de construction, gestion des hommes et des budgets, rien ne semblait avoir de secret pour elles".

La passion de Stéphane Potier pour la reconstitution en images de synthèses des monuments anciens est née lorsqu'il était étudiant à l'école d'architecture de Marseille. "L'école hébergeait des laboratoires du CNRS, spécialisés dans la recherche informatique appliquée à l'architecture et à la ville. Après avoir suivi les enseignements du module d'informatique, un professeur m'a proposé pour mon diplôme de fin d'étude (TPFE) de travailler sur le projet de restitution des Thermes de Constantin, dans la ville d'Arles". Ce qui était intéressant, c'est qu'il n'existait alors aucune restitution complète de cet édifice pourtant vieux de 1700 ans. Stéphane Potier a profité de son diplôme pour affiner la méthode de travail du laboratoire : la "décomposition-recomposition infographique".



Le principe de la "décomposition - recomposition infographique" consiste à décomposer un édifice complet en éléments architecturaux de base. La décomposition se fait toujours dans le sens de l'élément le plus complexe vers l'élément le plus simple. La principale contrainte est de fixer une limite au niveau de définition que l'on souhaite atteindre. Une fois les éléments de base isolés, ils sont ré-associés en éléments logiques (sphères, cubes, cylindres etc.) jusqu'à reconstitution complète de l'édifice. L'un des points fondamentaux de la "recomposition" est de donner un nom unique à



chaque élément de base, en prenant soin de suivre la même logique pour tout l'édifice. Ainsi, le chapiteau du deuxième pilier du transept Nord sera nommé [TranseptNord-Pilier2-Chapiteau]. Grâce à cette notation, il est possible de connaître immédiatement le type de l'objet ainsi que son emplacement dans la structure globale de l'édifice. En outre, cette notation peut être complétée afin de tenir compte de l'histoire de chaque pièce. Par exemple, s'il s'avère que le chapiteau du pilier 2 n'est pas celui d'origine, son nom pourra en tenir compte en utilisant la lettre terminale "R" (pour "Reconstruit"). Intégré dans une base de donnée, cette nomenclature permet de bénéficier d'un double classement Architectural et Historique.

Partageant son temps entre la Cathédrale de Strasbourg et son activité d'architecte indépendant, Stéphane Potier met aussi son talent de graphiste 3D au service de projets architecturaux plus contemporains. Les cabinets d'architecture peuvent ainsi faire appel à lui pour la réalisation de rendus de concours.

2. Rafaël Viñoly Architects

Fondée en 1982, l'agence Rafaël Viñoly Architects propose des services complets dans les domaines de la conception architecturale, de l'urbanisme et de l'architecture intérieure aussi bien en construction neuve, qu'en rénovation ou restauration de bâtiments historiques

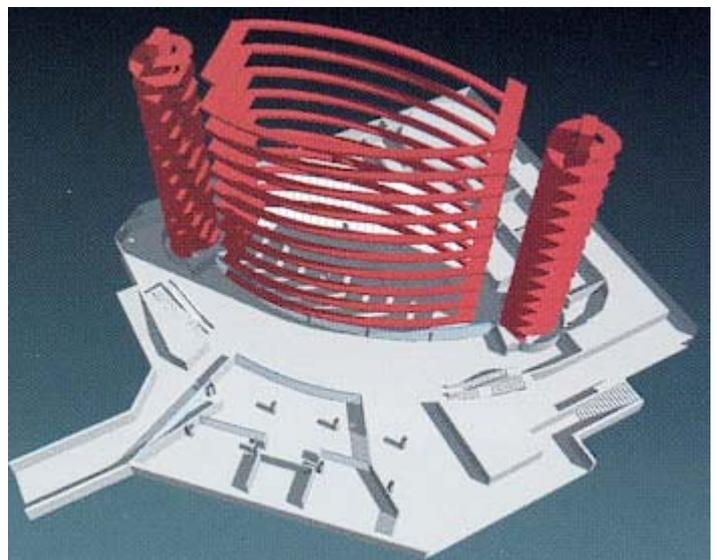


Rafaël Viñoly Architects a commencé à utiliser l'ordinateur pour réaliser des documents d'exécution en 2D en 1988. Chaque architecte a un poste de travail informatisé. La modélisation et le rendu en 3D, initialement sur AutoCAD, puis avec le logiciel Alias, un programme très sophistiqué de modélisation et de rendu 3D, est depuis longtemps l'une des utilisations essentielles de l'ordinateur. En avril 1993, l'agence a achevé sa première animation vidéo, une «visite» de 14 minutes de l'intérieur du Forum International de Tokyo. Chaque projet est aujourd'hui concerné par l'ordinateur, outil de conception, de présentation, de construction de maquettes, et de documentation.

L'équipe de conception collabore en permanence avec les directeurs techniques, à l'aide de modèles tridimensionnels pour enrichir et faciliter la mise au point de chaque phase du projet.

La modélisation informatique est particulièrement efficace pour renforcer et améliorer les outils conventionnels tout au long du processus de conception. Par une transcription 3D du site et la numérisation des premiers croquis et diagrammes, les idées et les concepts sont étudiés, testés et mis au point avec rigueur. Les modèles informatiques peuvent prendre en compte rapidement et facilement les modifications et les variantes de plans lors de l'étude des relations volumétriques et de l'examen des effets des contraintes et aspects du site, y compris l'orientation solaire, les vues, les accès publics, l'accessibilité, les flux piétonniers et la circulation des véhicules. Les concepteurs peuvent ultérieurement raffiner les détails et étudier les qualités spécifiques des espaces, des matériaux, de la couleur, des textures, et des effets de l'éclairage naturel ou artificiel tout au long d'une journée, y compris les effets de réflexion, de réfraction et d'ombre.

Croquis 3d de principe pour le Samsung Cultural Education&Entertainment Center, Séoul, Corée

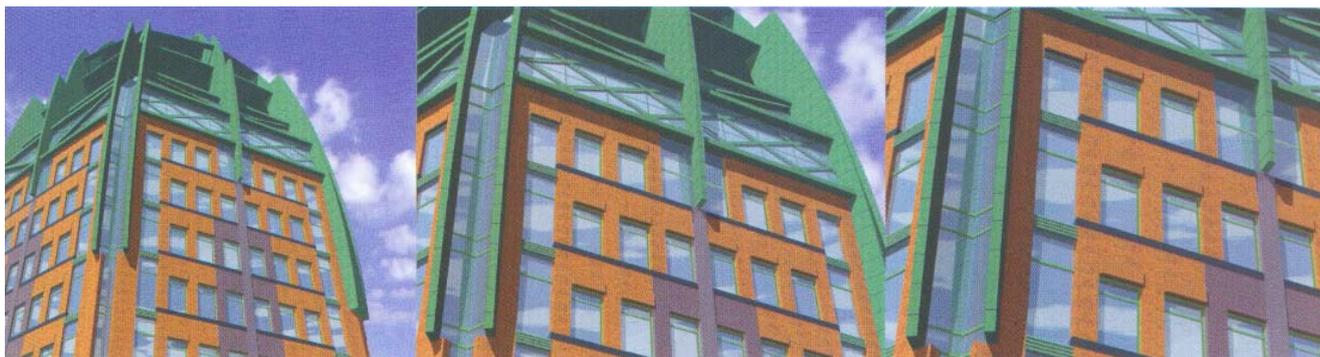


L'équipe de conception utilise également les modèles numérisés comme outils complémentaires de présentation pour offrir au client une description claire du projet. Le processus de travail à l'ordinateur est tel qu'un projet «en cours» peut facilement et rapidement être intégré dans une présentation au client. La modélisation par ordinateur qui fait appel à des séquences de visite donne une compréhension virtuelle de l'ensemble de l'environnement proposé, permet de mieux comprendre Le processus de conception, et autorise davantage d'interactions entre Les concepteurs et le maître d'ouvrage.

L'ordinateur est un outil sans prix qui chez Rafaël Viñoly renforce le processus créatif, diversifie et enrichit les capacités critiques et d'investigation et permet des études plus approfondies et plus rigoureuses.

3. César Pelli & Associates

César Pelli & Associates est une agence d'architecture polyvalente connue pour ses importantes réalisations et son expérience. Sa première commande, obtenue en 1977, était un projet d'extension et de rénovation du Museum of Modern Art de New York. César Pelli & Associates travaille pour de grandes entreprises, des administrations, des clients privés et conçoit des tours, des laboratoires, des aéroports, des musées, des salles de spectacle, des projets à usages multiples et des espaces publics. L'agence emploie 75 collaborateurs à plein temps.



La généralisation de l'utilisation des ordinateurs personnels en entreprise a permis aux architectes d'accéder à de nombreux outils nouveaux. César Pelli & Associates a optimisé cette technologie au bénéfice de multiples secteurs de sa pratique.

Entre autres, l'évolution de l'ordinateur en tant qu'outil conceptuel s'est révélée particulièrement intéressante. Le processus de conception repose sur la génération de multiples options étudiées principalement à partir de modèles en 3D. La première utilisation des ordinateurs par l'agence se limitait aux plans d'exécution, y compris plans détaillés, élévations, coupes et études de modèles. Mais comme les systèmes disponibles ne pouvaient pas produire d'images en 3D d'une qualité et d'une rapidité suffisantes, les premières interventions en Conception Assistée par Ordinateur (CAO) restèrent périphériques au processus de conception.

La version 2.6 d' AutoCAD a été la première à offrir des capacités de modélisation en 3D viables, et fut initialement utilisée pour étudier des formes complexes difficiles à modéliser en papier et carton. De multiples variantes de ce type de formes peuvent être aujourd'hui rapidement produites et éditées avant de lancer la réalisation de maquettes physiques plus précises. La conception de nombreux projets fait depuis simultanément appel à des maquettes physiques et à celles que fournit l'ordinateur. Avec l'arrivée d'AutoCAD 12, des modèles réellement tridimensionnels ont pu être réalisés, compatibles avec un processus de conception orienté sur la visualisation.

Recherches pour un appareillage de briques,
tour de la Haye, Pays-Bas



Aujourd'hui, Les ordinateurs sont beaucoup plus intégrés au processus de conception. En dehors de l'exploration de la composition formelle, de nouveaux logiciels de rendu permettent aux concepteurs de visualiser directement des représentations réalistes du projet en environnement CAO dans un laps de temps relativement court. Bien que très prisés, ces rendus hyperréalistes sont moins utiles à la conception chez César Belli & Associates, où l'on préfère un certain degré d'abstraction pour clarifier les relations formelles entre divers éléments architecturaux. Cependant, les rendus numérisés sont devenus d'importantes composantes du travail de l'agence, qui viennent compléter les dessins et maquettes d'étude.

4. Machado & Silvetti Associates

Machado & Silvetti Associates est une agence d'architecture et d'urbanisme de notoriété internationale, connue pour la réalisation d'espaces urbains de qualité et d'œuvres d'architecture exceptionnelles. Pour elle, la forme et l'image de l'œuvre en devenir dépendent de la spécificité du client, de ses objectifs et du lieu. La conception ne s'attache pas à reproduire un style donné, mais bien plutôt à en élaborer un qui soit à la fois unique et nécessaire pour un projet donné, et qui puisse s'exprimer en termes urbanistiques et architecturaux. Les projets de l'agence sont remarquables pour leur évidence conceptuelle et leur intensité visuelle.



L'utilisation de l'ordinateur comme outil de projection orthographique dans la modélisation de la nouvelle entrée de la Cranbrook Academy s'est révélée particulièrement efficace. Elle a permis la mise au point et la construction précise et efficace de géométries difficiles (assises inclinées en brique et panneaux d'angle en pierre). Des phénomènes subtils de perspective ont pu être étudiés et réglés avec le maximum de finesse. De plus, des tracés de motifs de brique créés à partir de photos de modèles existant sur le campus ont permis une authenticité et un effet plus intéressants.

Nouvelle entrée pour la Cranbrook Academy, Michigan, USA.

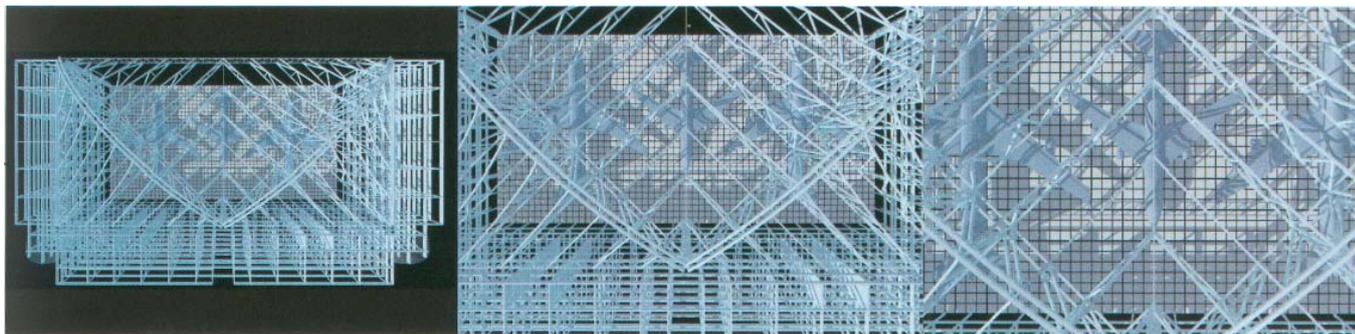


Dans la mise au point de ces rendus par ordinateur, une attention particulière a été portée à la riche tradition de perspectives manuelles de l'agence. D'une certaine façon, si la matérialité, la lumière, les ombres et les couleurs ont pu être étudiées avec soin, il a été beaucoup plus difficile de maintenir le discours rhétorique qui est sa marque depuis des années. Les perspectives sont souvent construites comme si le spectateur était activement engagé dans le «récit» architectural qui se déroule sous ses yeux.

Aujourd'hui, l'agence bénéficie d'importantes commandes, et maintient un équilibre harmonieux entre les études traditionnelles et les études assistées par ordinateur. Il n'y a pas eu de rupture entre la technologique et d'authentiques recherches architecturales. L'étude de formes originales et les nuances apportées par les séquences animées ont permis non seulement un équilibre, mais aussi le maintien d'une pratique efficace.

5. Skidmore, Owings & Merrill

Fondée en 1936, Skidmore, Owings & Merrill est l'une des plus importantes agences d'architecture américaines. La sophistication technologique de ses réalisations et sa volonté de recherche de la qualité lui permettent d'afficher des références qui comptent parmi les plus importantes réussites architecturales de ce siècle. Implantée dans le monde entier, S.O.M. a réalisé à ce jour plus de 6000 projets d'architecture. Au cours des dernières décennies, elle s'est imposée internationalement tant par sa créativité que par sa production.



S.O.M. est en mesure de se servir de l'ordinateur dans tous les aspects du processus de conception, et les ordinateurs sont utilisés dans tous les domaines et toutes les phases des projets.

Les applications comprennent entre autres des modélisations et des rendus en 3D, des plans d'urbanisme, des analyses de zonage, la gestion de projets, la programmation de l'espace, l'architecture intérieure, les estimations de coût et les plans d'exécution détaillés, les études structurelles des calculs de charges...

L'utilisation de techniques de CAO et de Dessin Assisté par Ordinateur (DAO) est l'un des éléments clé du programme de contrôle de la qualité. Alors que la plupart des systèmes de CAO sont essentiellement orientés vers le dessin, émulant le processus de réalisation des plans, les applications S.O.M. facilitent des méthodes orientées dès le départ vers la construction par la création de bases de données intégrées qui définissent le projet sous tous ses aspects. C'est à partir de ces méthodes que les dessins peuvent être produits. Cette approche offre d'importants avantages en termes de précision, de coordination et d'approfondissement du travail de conception. Elle permet également l'exploration d'un plus grand nombre de possibilités.

L'un des aspects les plus intéressants du système informatique S.O.M. est sa capacité globale à générer des représentations 3D du projet et de son évolution. Ces images et ces procédures donnent littéralement vie au projet aux stades les plus précoces de son développement. Le système permet des représentations graphiques dynamiques hautement appréciées dans les présentations aux clients potentiels.

6. Gwathmey & Siegel

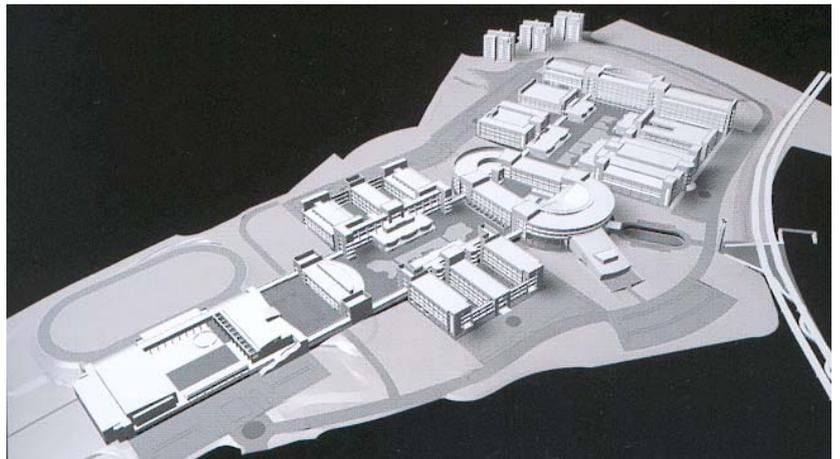
Gwathmey Siegel Associates a été créée en 1968 par Charles Gwathmey et Robert Siegel. L'agence a traité à ce jour environ 175 projets et s'intéresse surtout aux équipements culturels et éducatifs. Son travail est connu et respecté dans le monde entier et salué par de nombreuses publications, expositions et distinctions dont le prestigieux American Institute of Architects Firms Award.

Travaillant ensemble, Charles Gwathmey et Robert Siegel définissent la stratégie initiale de conception. Chaque projet est mis au point par un architecte associé et une équipe d'architectes hautement qualifiés qui travaillent en étroite relation avec les deux dirigeants.

L'approche de l'agence peut se résumer comme un processus d'identification des problèmes et de recherche de solutions. Au cours de la première phase de conception, lorsque l'architecte explore une multitude de possibilités et de compositions des éléments constitutifs du bâtiment, l'ordinateur permet une étude rapide et exhaustive qui amène une solution plus complète.

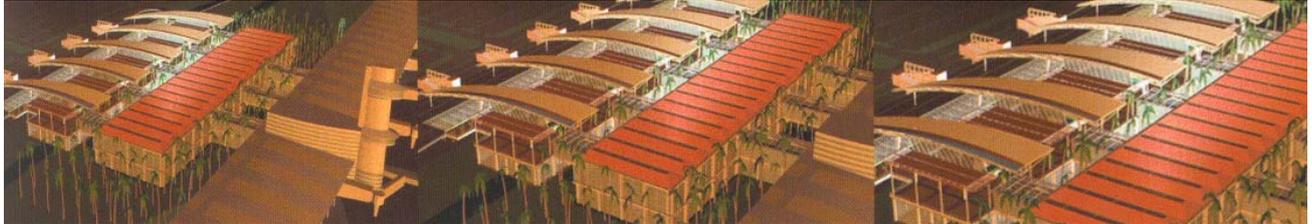
Les modèles en deux ou trois dimensions générés par ordinateur sont devenus un instrument de visualisation inestimable qui permet de nouvelles combinaisons de dessins axonométriques, de perspectives et de modèles. Dans toutes les phases de la conception et de la construction, les premiers diagrammes et modèles servent d'outil d'évaluation du projet. Des modèles plus détaillés sont élaborés pendant le processus de conception et les phases d'établissement des plans détaillés pour permettre l'étude approfondie des relations entre les divers éléments. La possibilité de générer une multitude de vues du même modèle fournit également une aide importante pour visualiser et communiquer les intentions de l'architecte au client.

Plan directeur pour l'école de Nanyang, Singapour.



Les ordinateurs leur ont apporté un outil jusqu'alors inexistant pour étudier les relations espace-temps d'une manière inédite: les «visites» animées. Pour la première fois, nous sommes en mesure d'étudier le mouvement à travers le temps et l'espace d'une manière fidèle à la perception concrète de l'environnement, qui a ajouté une nouvelle dimension à la perception et à la visualisation des possibilités conceptuelles.

Les modèles générés par ordinateur ont grandement amélioré les capacités



d'étude des relations spatiales, les implications des différents types de finition, des éclairages, ainsi que des relations spatio-temporelles des éléments du projet. Cependant, l'inconvénient de la simulation des espaces et/ou des bâtiments d'une manière qui semble résolue – l'impression d'un projet achevé, plutôt que d'un simple modèle d'étude – est, à certains moments, séduisante. Il

faut bien comprendre que les images de l'ordinateur sont des outils conceptuels ou de recherches en cours, qui offrent une facilité d'évaluation plus complète que les méthodes d'illustration antérieures. Utilisés dans ce contexte, les ordinateurs sont devenus des outils inestimables.

7. Hellmuth, Obata et Kassabaum

Avec ses 1350 collaborateurs l'agence Hellmuth, Obata et Kassabaum regroupe non seulement des architectes, des ingénieurs et des urbanistes, mais aussi des consultants techniques, des rédacteurs de cahiers des charges, des programmeurs, des gestionnaires de projet, des architectes d'intérieur, des architectes paysagistes, des graphistes, des dessinateurs et des maquettistes.

La qualité de la conception bénéficie de la visualisation dès les premiers stades des concepts et des contraintes. À chaque niveau de mise au point du projet, les outils et les méthodes de présentation jouent un rôle primordial dans l'exposé des idées au client, aux consultants, et aux autres professionnels concernés.

Le développement technologique le plus marquant a été l'édition du logiciel HOK DrawVision. Ses capacités de dessin en 2D et 3D sont évolutives pour répondre aux besoins grandissants de ces outils en conception comme en réalisation.

Les réussites technologiques d'HOK tiennent à sa capacité à échanger les informations avec ses clients, consultants et autres acteurs concernés. Presque tous les types de fichiers et de formats sont compatibles.

3D Studio est utilisé par les concepteurs pour étudier et présenter des projets par représentation filaire, études des ombres, des couleurs, des textures, animations et séquences vidéo. Le fait de disposer de ces outils sur plusieurs postes de travail offre à chaque concepteur la palette technique nécessaire pour explorer aussi bien des concepts architecturaux que présenter des images très détaillées d'un réalisme quasi photographique.

De nouveaux perfectionnements sont introduits en permanence par HOK Animation. Intégré au HOK Advanced Technologies Group, HOK Animation fournit des moyens, entre autres, d'animation, de montage vidéo, d'étude de radiosité et les données 3D sont animées par des effets d'éclairage, de matériaux, de couleurs et de textures.

Le logiciel Radiosity HOK simule l'émission, la réflexion et l'absorption de l'énergie lumineuse et des ombres qui en résultent sur les surfaces en environnement clos. Radiosity prend en compte la couleur de la lumière d'une pièce afin que la lumière blanche reflétée par une surface colorée se transforme en une source de lumière colorée. C'est un outil dynamique de description de l'espace, de la couleur, des surfaces qui fonctionne de manière aussi réaliste qu'une maquette réelle

8. Bohlin Cywinski Jackson

Implantée à Wilkes-Barre (Pittsburgh) et à Seattle, l'agence Bohlin Cywinski Jackson intervient dans les domaines de l'architecture, de l'urbanisme et de l'architecture intérieure. Elle est connue pour la qualité de ses projets, et la publication fréquente de ses travaux dans la presse professionnelle du monde entier.

L'approche de Bohlin Cywinski Jackson de la CAO et de la visualisation numérisée s'est faite par une succession d'étapes progressives, pour des raisons à la fois économiques et conceptuelles. En règle générale, cette démarche a permis une évaluation rigoureuse des nouveaux outils électroniques sans sacrifier en rien la qualité de la conception.

Au début des années 80, quelques collaborateurs ont commencé à s'intéresser au Macintosh et à ses applications logicielles intuitives, la philosophie était alors de privilégier la simplicité et la facilité d'utilisation sur des applications plus riches. Une fois le personnel formé aux pratiques de base, la complexité et

l'étendue des tâches accomplies avec l'ordinateur ont été progressivement développées.

Coupe perspective du Intelligent Workplace, Pittsburg, USA



La spécificité du projet détermine le degré de visualisation numérisée. Ce sont souvent les projets les plus rationnels qui font appel à davantage de technologie, comme les laboratoires, qui en bénéficient le plus. BCJ fait appel aux solutions informatisées lorsqu'elles sont adaptées au projet, ou lorsque ces technologies et les collaborations spécialisées qu'elles entraînent entrent dans le budget prévu.

De même que l'architecture produite par l'agence est très diverse, les méthodes de conception et de présentation sont multiples. Parfois la CAO se substitue aux traditionnelles maquettes, mais elle sert le plus souvent d'aide à la création de perspectives ou de «visites» en Quicktime.

Cette façon de travailler présente un autre grand avantage: elle permet de réaliser sans difficulté des dessins pour le marketing ou la publication et d'utiliser de nouveaux médias — vidéo, films numérisés, etc. Les présentations de projets pour les concours ou les prix sont facilement réalisables à partir des fichiers de CAO. Ces dessins remplacent les traditionnels plans figuratifs à et les axonométries.

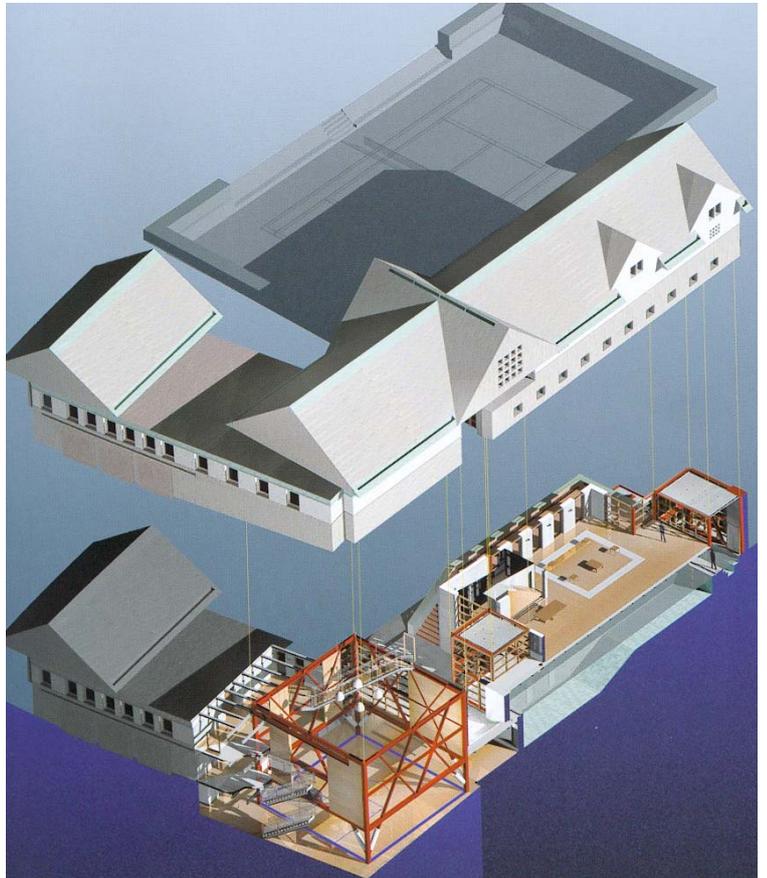
9. Peter L. Gluck and Partners

L'agence new-yorkaise Peter L. Gluck and Partners intervient depuis plus de vingt ans pour des clients privés et publics. Elle compte à son actif des hôtels, des écoles, des bâtiments religieux, des résidences privées et des aménagements de bureaux

Une équipe de 15 à 20 architectes travaille sur les projets. Un accent particulier est mis sur la maîtrise des coûts, la qualité et les techniques de construction. Plusieurs chantiers en cours sont pris en charge par AR/CS, l'entreprise qui réalise les projets de Peter L. Gluck.

Alors que la plupart des agences se servent des technologies numériques essentiellement pour les plans en 2D, l'infographie chez Peter L. Gluck and Partners sert essentiellement à la modélisation et aux rendus en 3D. L'échelle et la complexité de la plupart des projets rendent l'approche manuelle souvent plus efficace, et font en revanche de la simulation informatisée en 3D un outil idéal.

Eclaté d'une installation sportive privée à New-York, USA



Les agences se servent généralement de la modélisation et du rendu en 3D pour leurs présentations et pour remplacer les perspectives à la main, alors que Peter L. Gluck and Partners utilise d'abord cette technologie numérique pour les études conceptuelles, leur évaluation et la mise au point d'images analytico-conceptuelles. Les médias classiques et l'imagerie de synthèse servent le plus souvent aux présentations au client. L'agence juge que les images photo-réalistes dans la phase de mise au point schématique et conceptuelle sont souvent inadaptées et peuvent égarer le client.

C. De diverses applications

On peut constater que les architectes ont chacun une approche différente de l'image de synthèse. Pour certains, cette dernière est utilisée dans un grand nombre de domaines, comme la conception, la présentation...alors que d'autres architectes s'en servent uniquement pour résoudre des problèmes de géométrie complexe, ou pour créer des effets lumineux particuliers difficiles à observer sur des maquettes, ou encore pour réaliser de petites études rapides. D'autres seront fascinés par des rendus hyperréalistes et d'autres préféreront laisser un certain degré d'abstraction, afin d'éviter de donner une impression d'achevé au projet. Des architectes vont même jusqu'à laisser de côté l'aspect esthétique en utilisant la 3D comme outil analytique scientifique.

IV. L'image de synthèse : une nouvelle appréhension de la volumétrie

Aujourd'hui, un puissant courant d'innovation semble envahir le plus traditionnel de tous les arts: l'architecture.

Nous pouvons nous poser plusieurs questions sur la gestation de ce progrès. Un nouveau mode de représentation peut-il devenir un facteur radical de changement en architecture? Nous nous rapprochons d'un supposé bien ancré qui veut que tout projet technologique s'accompagne d'une nouvelle structuration de la pensée.

Les souhaits de Le Corbusier de voir l'architecture traitée comme les produits de la science et de l'industrie auraient peut-être été exaucés, par une expression plus claire et plus directe de ses conceptions de l'espace.

En exprimant un idéal d'avant-garde par des moyens traditionnels, nous avons fini par buter sur ses limites, ce qui a du même coup affaibli et brouillé le message. Nous avons tiré cette leçon de l'histoire, d'où l'intérêt grandissant pour des outils capables de donner forme à la nouveauté de nos idées.

Avec l'utilisation massive d'ordinateurs en architecture, tout le monde a rapidement cru que «la solution» était en vue. Cependant, il a fallu plusieurs années à l'ère numérique pour produire, entre autres, une manière satisfaisante de configurer l'espace architectural. Il y a quelques années encore, on ressentait une certaine réticence devant les rendus 3D, aujourd'hui tout le monde s'y met. Alors que l'image de synthèse (en France) n'était auparavant utilisée qu'en phase finale du projet, lorsqu'il s'agissait de le vendre, les agences d'architecture commencent de nos jours à se passer des services des infographistes ou illustrateurs indépendants pour recruter des collaborateurs spécialisés et acquérir des équipements qui permettent d'utiliser les méthodes de visualisation les plus performantes.

. La nouvelle technologie numérique permettra d'explorer et de développer une architecture nouvelle qui reflétera l'esprit actuel. Il y a seulement quelques années, ce n'était tout simplement pas possible, car les outils n'existaient pas. L'informatique affecte non seulement la manière dont nous percevons l'architecture mais également la façon dont l'architecture est conçue et vécue. Il y a quelques années, quelques agences utilisaient déjà l'informatique à l'étape de la conception. D'autres n'avaient même pas encore intégré l'ordinateur dans leur travail. Les ordinateurs sont devenus des outils essentiels dans presque toutes les agences d'architecture. La révolution de l'ordinateur individuel des années 70 et 80 a mis à la disposition de chacun une technologie rapide et relativement peu coûteuse de production d'images numérisées. Aujourd'hui, nous pouvons installer un client devant un écran vidéo et l'accompagner dans une «visite» du projet en animation, qui lui permet à la fois de percevoir et de comprendre l'architecture proposée sous une forme nouvelle et réaliste.

Il y a deux cent cinquante ans, Piranèse publiait une merveilleuse suite de gravures intitulée *Carceri d'Invenzione* (Prisons imaginaires), ensemble d'un niveau de qualité rarement égalé depuis, et qui a par la suite nourri la réflexion sur l'espace de générations d'architectes. Dans son *Della Magnificenza et architettura di Romani*, par exemple, il nous propose des montages de plans, de coupes isométriques, de détails et d'élévations superbement réalisés, aussi modernes dans leur invention que tout ce que l'on a pu produire au XXe siècle. Piranèse avait le don de toujours choisir l'outil graphique qui convenait à son objectif, à savoir créer des images conceptuelles porteuses d'informations impossibles à percevoir en perspective. De même, les oeuvres de successeurs de Piranèse tels que Ledoux, Boullée et John Soane témoignent toutes d'un équilibre entre les projections conceptuelles qui expliquent leurs idées architecturales, et des vues perspectives qui permettent au spectateur de percevoir l'espace.

La pratique du rendu de l'espace architectural s'est peu à peu perdue après les années 1920, parallèlement à l'intérêt porté par les modernistes aux images analytiques au détriment de la simple perception. Il y a eu alors une réaction contre les travaux «subjectifs» qui traduisaient une vision individualiste de l'espace, du détail et de l'ornement. Les premiers modernistes abandonnèrent les techniques graphiques de représentation pour une imagerie plus abstraite. Mies van der Rohe et ses contemporains continuèrent à utiliser la perspective dans leur exploration des formes de base, mais d'une manière conceptuelle via des montages photographiques ou des croquis minimalistes. La deuxième génération de modernistes abandonna même la perspective abstraite. Scarpa et Kahn, bien que très soucieux de l'aménagement des espaces intérieurs, de la lumière et des matériaux, ne produisirent que peu d'études de perspectives. Celles méticuleusement tramées de Paul Rudolph représentent le plus grand pas que les architectes de cette période aient pu faire en direction des dessinateurs du XVIIIe siècle pour communiquer l'illusion de l'espace. On a récemment avancé des arguments idéologiques et pratiques pour justifier ce dédain de la perspective. Les architectes de ces vingt dernières années ont

généralement préféré la complexité, l'ironie et l'opacité à la clarté, ce qui n'a pas favorisé la qualité des représentations architecturales. Beaucoup de réalisations de cette époque n'avaient pas les qualités d'espace et d'éclairage nécessaires pour être présentées efficacement sous une forme tridimensionnelle, comme d'ailleurs le confirment les photographies peu convaincantes du bâti (vues perspectives). Parallèlement, les architectes sont devenus de moins en moins capables de dessiner en 3D. On ne peut être que déçu de constater que de nombreux jeunes architectes pensent essentiellement en deux dimensions et que beaucoup sont incapables de croquer une perspective. On constate que l'imagerie abstraite est souvent préférée aux représentations conformes aux lois de l'optique et la communication de l'idée est ce qui compte.

Ce manque de dextérité des architectes a engendré des illustrateurs professionnels qui n'appartiennent pas à la profession architecturale et qui réalisent les perspectives parfois étranges demandées par les clients et les comités de sélection afin que des non-professionnels puissent concrètement comprendre une proposition.

Et voici que depuis la fin du XXème siècle fait irruption l'image de synthèse dans toute sa sophistication. Nous en sommes arrivés au stade où n'importe quelle image peut être créée numériquement. Nous pouvons produire des images analytiques aussi denses, stratifiées et obscures que n'importe quel déconstructiviste, aussi détaillées qu'une perspective de coupe de style Beaux-Arts, aussi graphiques et saturées qu'une sérigraphie. Les structures complexes peuvent être étudiées par coupes dynamiques, scannées par exemple. Même si la subtilité de la ligne d'un crayon ne peut être (pour l'instant) égalée, nous savons maintenant scanner, manipuler, et combiner le produit de médiums traditionnels avec une facilité sans précédent. Nous pouvons également créer des études de perception d'un réalisme presque aussi convaincant que n'importe quel film ou cliché photographique. Les matériaux réels, avec toutes leurs imperfections et la richesse de leur diversité, peuvent être photographiés, mis à l'échelle et appliqués sur les surfaces d'une maquette. Nous pouvons préparer des mises en éclairage simulées et précises. Les variations de la lumière selon l'heure de la journée ou la saison peuvent se suivre en interactivité. Un seul modèle numérique peut servir à tous les besoins et devenir plan, élévation, coupe, axonométrie et perspective. Ces nouveaux outils sont maintenant suffisamment bon marché pour que les architectes puissent les acquérir, et assez faciles d'emploi pour qu'ils puissent réellement les utiliser. Mais si cette technologie possède un tel potentiel, pour quelle raison trouve-t-on aussi peu de travail numérique de qualité en architecture ? Les barrières à l'utilisation de ces nouveaux outils sont plus artistiques et culturelles que technologiques. Il est intéressant de noter qu'en dépit des merveilleuses possibilités créatives de cette technologie, peu d'architectes sont allés au-delà de l'utilisation convenue de logiciels de grande diffusion, d'une production assez médiocre mais d'accès facile. La plupart des tentatives d'utilisation d'outils numériques concernent les présentations aux clients pour lesquels les perspectives glacées et stériles sont beaucoup moins satisfaisantes que les séduisantes images commerciales aux

tons pastels des illustrateurs free-lance qu'elles sont censées remplacer. A ce jour, l'infographie en architecture reste un mélange assez indigeste de conceptualisation et de perception: ni image analytique qui explique des idées, ni image de représentation qui communique de façon convaincante la notion d'espace.

L'architecture est une profession plus conservatrice que beaucoup ne veulent l'admettre. Les habitudes inefficaces et impraticables mettent du temps à disparaître, et les nouvelles méthodes ne sont intégrées et perfectionnées que lentement. Alors que la science et le design industriel ont rapidement adopté les technologies numériques, les architectes commencent seulement à en explorer le vaste potentiel.

Mais des signes montrent que les choses évoluent très vite. L'art perdu de la communication de l'architecture «vécue» ressurgit grâce à une nouvelle génération de concepteurs. Ceci devrait déboucher sur un nouvel équilibre entre le concept et la représentation de type XVIIIe siècle, et atténuer les effets de la raréfaction des talents de dessinateur. Un des avantages évidents de l'utilisation de l'image de synthèse en architecture est que les présentations numériques, en deux ou trois dimensions, peuvent se créer à partir de modèles intégralement en 3D. Ces outils veulent qu'un bâtiment soit décrit avec précision dans l'espace, ce qui semble exclure le retour à une imagerie graphique bidimensionnelle, aussi convaincante soit-elle.

Utilisée en conjonction avec des maquettes classiques plus schématiques, cette technologie semble forcer les architectes à penser plus en amont en 3D, et leur offre une meilleure compréhension des connexions et des formes. Elle permet également la visualisation de formes complexes impossibles à décrire par des moyens conventionnels.

Imaginons que nous ayons sous les yeux – en photo, en vidéo ou dans toute autre forme numérisée – un bâtiment encore inexistant et pourtant déjà construit virtuellement, et que nous puissions le parcourir et le modifier au gré d'une sorte de promenade dans la réalité virtuelle. Nous pourrions visualiser ses espaces intérieurs et ses façades en variant à l'infini Les angles, les perspectives, les échelles, Les éclairages, Les conditions climatiques. En avançant, nous pourrions remplacer le mobilier, changer La forme, les dimensions ou l'emplacement de telle porte ou de telle fenêtre, choisir d'autres couleurs, d'autres matériaux. Nous pourrions même peut-être aller plus loin, et faire intervenir tous nos sens, manipuler les matériaux qui composent cette construction imaginaire, ouvrir une fenêtre, respirer l'odeur des sous-bois, écouter Le chant des oiseaux ou Le bruit des vagues.

Cette forme de visualisation permettrait aux architectes encore pris dans Le carcan du dessin d'architecture classique — plans, coupes et élévations (surtout en plan)— de présenter leur projet dans ses détails Les plus infimes. Mais Le plus grand défi est d'imaginer la vie à l'intérieur de l'objet créé ...

Aujourd'hui, cette promenade virtuelle semble encore un rêve. Mais c'est aussi une réalité nouvelle qui ne se heurte guère qu'à des considérations de temps et de coût. Je suis certain que les choses vont évoluer très vite et qu'un profond changement s'opère déjà dans le temps et l'espace de la communication.

V. Sources

A. Sites internet

- www.3dvf.com
- www.construct.org
- WWW.cyberespace.org
- www.artemis.jussieu.fr
- www.œuvre-notre-dame.org
- <http://perso.wanadoo.fr/archiweb/home.html>
- www.ifrance.com/virgo/
- <http://perso.wanadoo.fr/novo.fr/>
- www.vocanson.com
- www.cine-courts.com

B. Livres

- **La synthèse du temps** , Edmond Couchot, *Cahiers du CCI*, avril 1989
- **L'architecture visuelle, textures paysages et cyborgs**
Parachute n°96 1999
- **Une agence numérique**, Emmanuel COSTE
<http://www.coste-archi.com>,
- **Outils de communication du projet architectural**, Olivier Celnik, architecte et infographe, enseignant multimédia et communication de projet à l'Ecole d'Architecture Paris Val de Seine
- **Observations des multiples conséquences de l'avènement de l'informatique dans la conception architecturale**, Pierre Vincent, architecte, enseignant à l'école d'Architecture Paris-Malaquais