



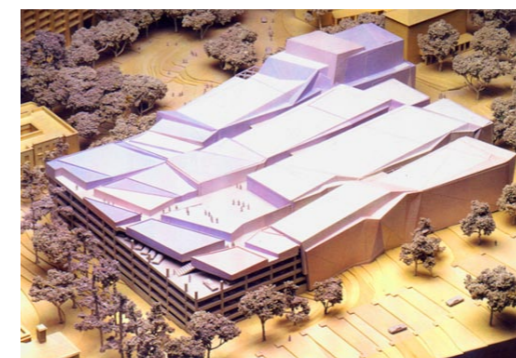
Digital Design

Au premier Acte (il y a presque 30 ans) l'assistance au dessin a introduit l'ordinateur dans l'univers des architectes. Au second (il y a une quinzaine d'années) les capacités de modélisation et de visualisation donnaient naissance à un instrument source de promesses quasi paranormales. Aujourd'hui la puissance de calcul, les possibilités de programmation et de modélisation, combinées aux avancées dans le domaine de la fabrication numérique nous ont fait entrer dans le troisième acte, celui d'un partenariat avec la machine. Notre intention est d'éclairer le lecteur sur l'avènement de la conception architecturale digitale en traçant les contours des différents usages offerts par la machine et en apportant une base référentielle, historique et technique. Par Alireza Razavi

L'Aura du Pixel

En terme historiographique, l'image du projet architectural – depuis qu'il existe – a occupé une place égale en importance à la réalisation même; des gravures de prisons imaginaires de Piranesi aux fusains de Mies van der Rohe, la représentation de l'espace a été la première étape du voyage architectural. L'apparition du pixel comme nouveau médium de représentation et les premières modélisations tridimensionnelles allaient vers la fin des années 1980 donner un coup de vieux à la notion de matérialité en autorisant un bouleversement de la perception architecturale. Au cours de ce second acte, une génération d'architecte a vu l'opportunité de s'inscrire dans une recherche et une expression en marge des mouvements postmodernes. L'association au monde digital revêtant une aura nouvelle, la possibilité de rompre avec le processus moderniste - au même titre que celui-ci avait rompu avec l'académisme un siècle plus tôt - devenait possible.

Au début des années 1990 les premiers logiciels sur PC donnaient la possibilité d'exprimer la Zeitgeist, nouvelle révolution, technologique celle-ci et non industrielle. Les possibilités étaient si fascinantes pour les architectes que dix années étaient passées dans un état proche de l'hypnose. Les blobs remplaçaient les blobs dans un ballet narcissique, la promesse de "nouveaux espaces" était une drogue suffisamment forte pour voir plusieurs promotions d'étudiants se succéder, essayant une par une les commandes de logiciels, destinés à l'animation ou aux studios de post-production cinématographique. Confondant sans doute l'outil avec l'objectif, la conviction existait alors que la modélisation 3D était une métaphore de matérialité suffisamment crédible. Un divorce entre processus et conception inaugurait une phase d'irrationalisme structurel sans doute pour mieux s'affranchir du modèle d'exercice courant et se réclamer ainsi de l'Avant Garde.



Il est vrai que depuis l'avènement de la révolution industrielle (c'est à dire depuis le recul du sacré dans le bâti) l'architecture, se cherchant toujours une allégorie, a puisé dans ce qui rend la vie possible aux hommes : la technique. Le manifeste Futuriste voyait dans les objets de la révolution industrielle la clef d'une émancipation de l'expression architecturale. En renvoyant la volumétrie du projet à un moteur d'avion, il devenait possible non seulement de s'affranchir de l'académisme mais surtout de se placer dans un référentiel visuel technique avec l'espoir de voir l'aube d'une société nouvelle affranchie de ses maux par la machine (comprendre la Science) et surtout débarrassée de ses avatars nostalgiques. Un projet concurrent à celui d'Eiffel proposait d'éclairer Paris la nuit depuis le haut d'une tour, le Progrès éclairant

par la machine (comprendre la Science) et surtout débarrassée de ses avatars nostalgiques. Un pr d'éclairer Paris la nuit depuis le haut d'une tour, le Progrès éclairant les ojet concurrent à celui d'Eiffel proposait d'éclairer Paris la nuit depuis le haut d'une tour, le Progrès éclairant les Ténèbres. Dans la Technique, l'architecture - ob

les Ténèbres. Dans la Technique, l'architecture - objet social par excellence dans le siècle des masses- avait trouvé une objectivité formelle, la genèse du manifeste digital en architecture relève d'un souhait identique.

Pensée Critique et Géométrie

Un siècle plus tard, la nécessité d'ancrer les recherches formelles à une base philosophique voyait au cours des années 1990 le rassemblement d'un grand éventail de textes (de Leibniz à Deleuze) dans le discours digital. De cette période il faudra peut-être retenir l'incroyable grand écart d'interprétation théorique. Ainsi, cherchant à juste titre à donner naissance à un nouveau langage architectural, ces référents philosophiques apportaient une assise intellectuelle à un langage formel qui chez certains comme Peter Eisenman relevait d'un processus automatique. A posteriori, ces méthodes (semblables parfois aux Cadavres Exquis des Surréalistes) étaient devenus un recours ultime pour s'exprimer autrement que par le subjectivisme

moderniste. Le “pli” ou la “déconstruction” trouvaient dans l’usage des machines l’outil rêvé.

Peu à peu la notion de virtualité, d’espace virtuel, devenait omniprésente. Il s’agissait en l’évoquant (en l’invoquant) de s’inscrire dans la culture contemporaine digitale. Times Square revenait en force avec ses enseignes-immeubles, son espace médiatique de flux ininterrompu. Le désir de virtualité semblait relever chez certains de la psychanalyse tant l’évocation de la matérialité de l’architecture était gênante. Souffrant sans doute d’un décalage entre possibilités matérielles et souhaits digitaux, la production de formes au cours de ces années trouvait un réconfort dans une zone floue entre abstraction éthérée et espaces fluidifiés. Plus concrètement il s’agissait des années de “bidouillage” sur les premiers logiciels 3D ; on redécouvrait la transparence en pensant qu’il s’agissait de transgression... S’agissant de machines, “l’architecte digital” se refuse à évoquer une problématique de style ; il est intéressant d’observer que l’évolution de l’architecture digitale au cours des 15 dernières années suit exactement la courbe de développement des logiciels de modélisation et d’animation. Par exemple lorsque les premières commandes d’animation ont fait leur apparition, immédiatement une génération de projets a vu le jour qui utilisait le Motion Sweep (le déroulé d’un profil, d’une forme dans le temps, à l’image des exercices de Jules Etienne Marey ou Muybridge). Il en résultait une famille de projets quasi-identiques, insistant sur la fluidité des formes ou une articulation séquentielle (voir l’unique tentative construite de Greg Lynn avec l’église coréenne du Queens à New York). Il s’agissait alors d’insister sur la dynamique d’une composition volumétrique que l’on souhaite, en architecture, généralement statique !

1-Images de leur plus récentes installations- 2- Images du processus de fabrication 3- Modélisatio 1-Images de leur plus récentes installations- 2- Images du processus de fabrication 3- Modélisation/rendus des récents projets fabrication 3- Modélisation/rendus des récents projet



Cette seconde phase pendant laquelle le facteur temps devenait l’un des éléments de la modélisation a vu un transfert s’opérer vers une pseudoscience. Afin de donner l’illusion d’une rigueur scientifique, l’architecte produisait nombre de diagrammes d’études (fréquentation d’un site, vitesse du vent, orientation...) qui ensuite étaient littéralement transformés en espaces. L’apparition du nouvel outil et de ses capacités lors de ces années procurait un sentiment pionnier. La tentative courageuse du terminal portuaire de Yokohama se terminait par une gêne certaine lorsqu’une fois le bâtiment livré il ne retenait aucune des promesses de “bandeaux programmatiques fluides d’interconnectivité” promises par les rendus du concours et par ses architectes. L’immatérialité recherchée ces années là mérite sans doute une réflexion plus vaste car elle reste significative d’un rapport chronique que l’architecture entretient avec les désirs de la société. Aujourd’hui, si cette fascination de la première heure synonyme d’un abandon de culture constructive n’a pas totalement disparu, deux choses au moins nous séparent de cette période : la capacité des logiciels de modélisation programmables par algorithmes et les avancées de la fabrication numérique. Il s’agit du 3^e acte.

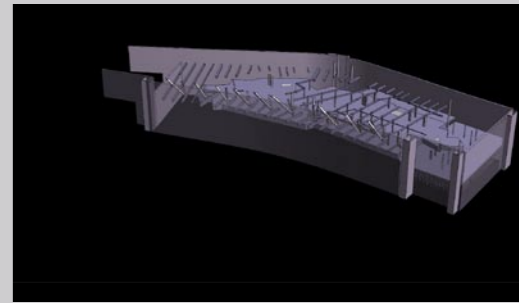
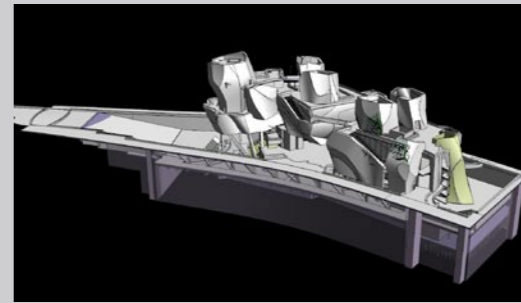
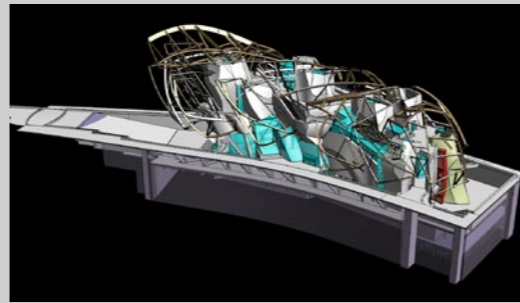
Génératif

Par code interposé, il est aujourd’hui possible de donner une direction de recherche formelle à un logiciel de modélisation et de voir celui-ci produire quantité de modèles géométriques répondant à un ensemble de contraintes prédéfinies. La recherche formelle a pris un nouveau tournant avec la possibilité de générer des formes jusque là impossibles à modéliser et/ou difficiles à visualiser.



Si les capacités génératives des logiciels peuvent être d’une grande aide pour résoudre des conflits géométriques très sophistiqués (chercher par exemple la forme d’une platine de raccord soumise aux contraintes géométriques d’une enveloppe externe et intérieure différentes) donner naissance à de nouvelles formes semble être devenu une préoccupation fondamentale, encouragée en certaines situations par le maître d’Ouvrage. Mais “nouvelles formes” ne voulant pas nécessairement dire nouvelles idées, il est remarquable de voir à quel point tout un pan de la démarche digitale semble inconsciemment nostalgique des plus belles années de l’Art Nouveau, du Baroque ou du mobilier français 18^e siècle. Il existe sans doute une confluence à l’origine de cette nouvelle préoccupation décorative. Un certain désir existe (partagé par nombres d’architectes au-delà du royaume digital) de redonner à l’architecture une dimension chassée par le modernisme et les premières révolutions industrielles : une ornementation de sens. Ainsi l’usage combiné des capacités de modélisation génératives et la possibilité de fabrication et de prototypage rapide, laissent croire qu’il est possible de retrouver ce que la machine avait rendu obsolète il y a presque 100 ans et décrit par Walter Benjamin il y a 70 ans.

Les notions de Répétition et Différenciation font aujourd’hui partie intégrante d’un discours architectural et parfois même structurel. Etant parti du constat que l’échec du modernisme venait en partie



Entretien avec Andrew Witt, GT

Andew Witt, architecte au sein de Gehry Technology (GT), travaille depuis Paris sur le projet de la Fondation Louis Vuitton. Il évoque l’histoire de la société et l’utilisation de Digital Project, le logiciel développé et commercialisé par GT.

Pouvez-vous dater l’introduction des outils digitaux CAD/CAM/CAE* dans le travail de Frank Gehry ?

Le poisson de Barcelone (1992) a été le premier projet à utiliser le logiciel CATIA* pour aider à la définition et rationalisation des éléments constitutifs. Suivit ensuite le Guggenheim de Bilbao (1997) projet d’un tout autre niveau de complexité. Ici la mesure du niveau de contrôle apportée par le logiciel a été véritablement illustrée, démontrant qu’il était possible d’intégrer tous les éléments constitutifs d’un bâtiment dans un seul modèle digital centralisé. En 2001 Frank Gehry annonçait “un bouleversement dans la pratique de l’architecture”, l’année suivante Gehry Tech était fondé et le logiciel Digital Project fut commercialisé en 2004.

Quelles sont selon vous les besoins qui ont

amené à la création de GT ?

Très rapidement l’architecture de Frank Gehry a nécessité des outils différents de ceux classiquement utilisés par les architectes pour permettre une fabrication fidèle aux exigences de leur auteur. Il s’est avéré qu’un transfert d’expertise depuis l’aéronavale répondait à nombres de défis posés d’où l’idée de chercher un logiciel capable d’intégrer non seulement une grande quantité d’informations mais également aptes à des calculs géométriques poussés afin de fournir des possibilités “élastiques” de mise au point et ensuite de procurer des outils spécifiques pour paramétrer la fabrication. Enfin il était devenu nécessaire de centraliser cette information sur une seule plateforme afin d’être en mesure de contrôler la distribution des données et les modifications des différents intervenants. Cette plateforme devait nous donner la capacité de visualiser toutes les contraintes et informations pertinentes au projet ; des coordonnées spatiales des volumes au rayon de courbure maximum du verre. Le logiciel devenait l’un des outils pour mettre en œuvre ce que Frank

avait décrit comme “la voie de l’artiste” autrement dit une démarche par laquelle l’architecte retiendrait le contrôle de sa création jusqu’à la livraison du projet, assurant non seulement l’intégrité architecturale mais également un projet livré dans les temps et dans les budgets. Bilbao reste un très bon exemple.

CATIA, Digital Project inaugurent pour les architectes une nouvelle façon de travailler et de communiquer avec les intervenants du bâtiment. Dites nous en plus.

Je pense que l’idée centrale de cette génération de logiciels est de donner davantage de maîtrise à l’architecte en devenant le centre névralgique de l’information. A l’occasion du projet de la Fondation Louis Vuitton, plusieurs équipes basées dans quatre différents pays travaillent en concomitance sur le projet, rajoutant chacune de leur côté l’information à une maquette digitale unique. Chaque corps de métier (architectes, ingénieurs, fluides, éclairagistes, climat...) intervient sur sa mission en travaillant sur une information de base toujours à jour, visualisant donc instantanément tout conflit potentiel. Par la suite les plans, coupes, élévations et détails sont extraits du modèle tridimensionnel pour constituer les dessins. L’entreprise retenue pour l’exécution

du projet sera elle aussi en mesure de consulter le modèle depuis les bureaux de chantiers pour toute information complémentaire car les dessins d’exécution des sous-traitants seront réintroduits dans le modèle au fur et à mesure qu’ils sont soumis et acceptés. Au cours de la mise au point du projet toutes les contraintes constructives sont peu à peu réintroduites dans le modèle autorisant une précision parfaite, du ferrailage des fondations aux détails de garde corps.

Quelles possibilités voyez-vous pour l’utilisation du logiciel au-delà de projets aux géométries complexes comme c’est le cas ici ? Il me semble que l’utilisation de ce type de logiciel n’est absolument pas limitée à des projets géométriquement complexes. Nous avons récemment travaillé sur un projet de tour à Hong Kong où le responsable des estimations prévoyait une amplitude de 10% entre les différents chiffrages soumis par les entreprises. L’amplitude s’est révélée être de 1%. Le temps investi à intégrer toute l’information dans un seul modèle s’est donc révélé largement justifié pour le Maître d’Ouvrage. Nous en revenons donc à la notion de contrôle que procure cette démarche ce qui revient véritablement à considérer le logiciel comme un outil de contrôle des risques en rationalisant les étapes de chiffrage, de fabrication et de construction.

L’introduction du digital a-t-il modifié l’approche à la conception chez Gehry Partners ?

Je pense qu’il faut ici revenir sur la culture de travail de Frank Gehry où l’ordinateur n’occupe pas une place prépondérante dans la conception des projets. Comme vous le savez sans doute, le travail est initié autour de croquis, puis de maquettes, celles-ci étant ensuite scannées pour passer en mode digital. Une fois le transfert effectué, le retour à la maquette est constant. Le projet au cours de son élaboration est considéré dans l’espace physique pas dans celui de l’ordinateur. L’ordinateur est dans un premier temps utilisé comme un outil de lissage et dans un second temps comme un instrument de pointe se hissant au niveau de l’imaginaire.

** CATIA (Computer Aided Three Dimensional Interactive Application) suite logicielle développée par Dassault Systèmes au début des années 1980 en réponse aux besoins CAD/CAM/CAE (Conception, Fabrication et ingénierie Assistée par Ordinateur) de l’industrie aéronavale.*

1-Images de leur plus récentes installations- 2- Images du processus de fabrication 3- Modélisatio 1-Images de leur plus récentes installations- 2- Images du processus de fabrication 3- Modélisation/rendus des récents projets fabrication 3- Modélisation/rendus des récents projet



Entretien avec Anne Save de Beaurecueil

Enseignante d'un studio "Diploma Unit 2" (élèves de 4e et 5e années) à l'Architectural Association à Londres, A.S. de Beaurecueil est une architecte ayant travaillé avec Bernard Tschumi à New York, Ken Yeang à Kuala Lumpur et Zaha Hadid à Londres avant de fonder sa propre agence (SUBdV) avec son partenaire Franklin Lee. Leur enseignement cherche à donner à l'outil digital une dimension plus vaste qu'un simple moyen de modélisation.

Quels changements voyez-vous dans l'enseignement du studio digital ces 15 dernières années, date des premiers studios digitaux ? A mon sens plusieurs facteurs importants sont venus modifier la donne de l'enseignement. Au-delà de la simple augmentation de puissance des machines (et la baisse de leur prix) nous avons vu d'une part l'émergence d'outils de modélisation, d'analyse et de fabrication très performants et un intérêt grandissant chez les architectes pour les recherches exogènes à l'architecture comme les structures végétales ou moléculaires. L'intérêt particulier pour ce dernier point s'explique sans doute par une sensibilité accrue ces dernières années pour le défi écologique qui va occuper une place toujours plus importante dans notre métier. Cela a eu pour conséquence une conscience nouvelle pour voir les études formelles des années 90 évaluées selon des critères précis et parfois quantifiables.

Par ailleurs j'ai pu constater un grand rapprochement entre le monde professionnel et les écoles. Par exemple ici dans notre Diploma 2 studio de l'Architectural Association, nous avons mis en place un cycle de suivi des projets d'élèves par des architectes et ingénieurs

simulation (thermique, acoustique, structurel) nous cherchons à sensibiliser les étudiants à la finalité de la création de formes. Là où il y a 10 ans il était demandé de produire une forme et d'évoquer uniquement le processus créatif, nous demandons aujourd'hui aux étudiants de rationaliser leurs géométries, de les décomposer et de choisir un concept constructif.

Quel cadre historique posez-vous pour cet enseignement ?

Nous cherchons à contextualiser historiquement le travail et d'initier un exercice par une étude du travail d'un architecte dont le langage et les ambitions pourraient se rapprocher de notre recherche. Niemeyer est de ceux là par sa manipulation des surfaces de sol afin de créer des circulations fluides et novatrices entre des zones programmatiques autrement fragmentées. Ces thèmes sont également présents dans le travail de Rem Koolhaas avec son projet de concours pour la Bibliothèque de France, un autre exemple historique remarquable car autorisant des possibilités nouvelles de combinaisons d'espaces et de programmes. Par la suite toute une génération d'architectes s'est intéressée à cette notion de topologique de l'architecture ; je pense bien sûr à la proposition originale pour le terminal de ferry à Yokohama.

- Aujourd'hui nous souhaitons faire évoluer ces précédents d'architecture topologique en intégrant au sein de leur schéma de circulation continue, un système d'articulation différencié afin de créer une médiation avec les forces environnementales. Le facteur dominant des précédentes recherches topologiques restait le travail sur les surfaces homogènes et fluides. Bien que nous cherchions à conserver cette fluidité de



circulation, mon sentiment est qu'il est nécessaire de retrouver une plus grande articulation de ces espaces et c'est la raison pour laquelle nous nous efforçons d'intégrer des paramètres de différenciation afin de répondre plus précisément et d'intégrer les forces dynamiques du climat et de la culture contemporaine au sein de nos études.

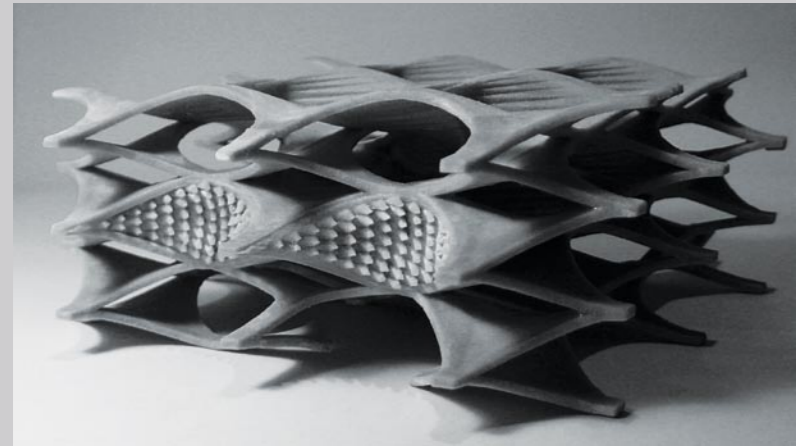
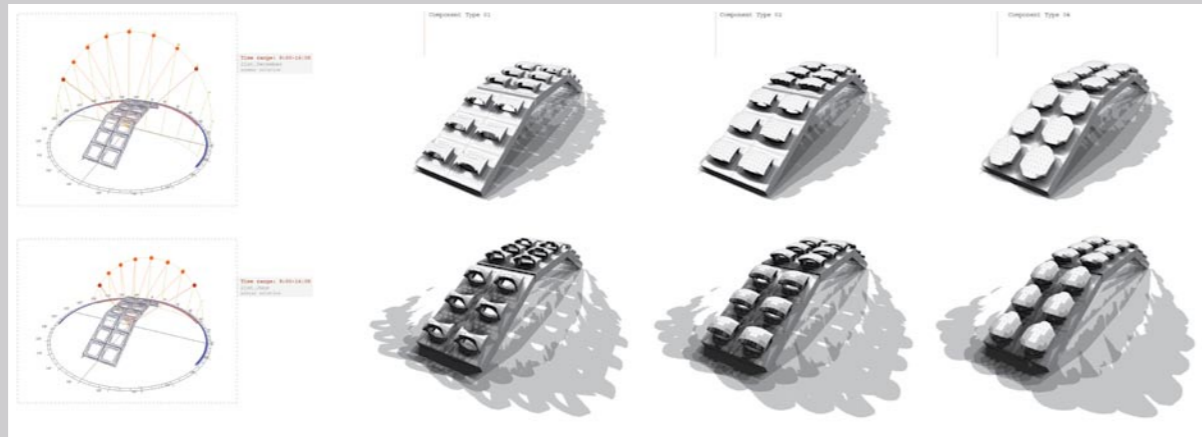
Il me semble que nombres de projets "digitaux" souffrent d'une problématique d'échelle, signe peut-être d'un certain divorce avec la matérialité du projet.

Oui, là aussi nous cherchons à ancrer la démarche dans le réel afin de sensibiliser à la problématique de l'échelle. Une étudiante a par exemple étudié le parc Ibirapuera à São Paulo afin de chercher par une nouvelle intervention à connecter différents points du parc pour en faire un lieu plus cohérent. L'idée était d'utiliser un référentiel d'échelle prouvé (dans ce cas le quartier de Chelsea à New York) et d'intégrer dans le modèle informatique les paramètres propres à cette échelle (distances entre blocs, entre les galeries au lieu des halls immenses du parc) et de les faire "rencontrer" avec contraintes spécifiques du parc (grande distance entre arrêts de bus, points de restauration). La possibilité de modifier et d'ajuster ces paramètres afin de produire en un temps réduit un grand nombre de solutions est rendue possible grâce à l'usage des logiciels programmables en utilisant des scripts. Cela permet de rentrer plus avant dans le projet comme plus rapidement afin de s'intéresser tôt à l'articulation de la proposition, donc de l'échelle. Je tiens à souligner que dans la mise en place des scripts de calcul ainsi que dans le choix des différentes versions produites, nous laissons une grande place à l'intuition et aux décisions subjectives, marquant peut-être une approche moins dogmatique vis-à-vis des outils comparé à l'enseignement des années 90.

Dans une récente conversation avec Antoine Picon, celui-ci n'hésitait pas à parler de révolution en évoquant l'avènement des nouveaux moyens de conception & réalisation. S'il est possible de parler aujourd'hui d'une étape aussi importante qu'à pu être l'avènement du modernisme il y a 100 ans, quelle est aujourd'hui l'ambition de la révolution digitale en architecture ?

Il me semble que le modernisme a contribué en grande part à divorcer l'architecture de son contexte naturel en homogénéisant et réduisant le vocabulaire formel à la boîte. Avant Loos l'ornement existait en tant que médiateur entre la nature et les formes construites ; il autorisait non seulement des transitions visuelles mais donnait l'opportunité d'adapter un bâtiment et ses fonctions à son environnement immédiat. Le linéaire répétitif des modernistes tendait à nettoyer la complexité inhérente au projet et à son site géographique (au profit d'autres gains comme le plan ouvert); l'idée aujourd'hui est de chercher à intégrer cette complexité dans le processus conceptuel et de trouver grâce à elle des solutions précises pour répondre au défi climatique que pose le bâtiment. L'ambition est délicate car si nous cherchons à utiliser des outils d'une grande technicité et précision, présents dans tous les autres domaines de la production contemporaine, de la construction navale à la brosse à dent en passant par l'art, nous ne tenons pas à créer une pseudoscience ; quantifier l'efficacité d'une architecture doit être équilibré avec (et contribuer à créer) une nouvelle dimension qualitative dans l'organisation et l'expérience de l'espace et de la culture.

1.-Rampes à échelles multiples Architectural Association- Diploma Unit 2- Session de correction- Architectural Association- Diploma Unit 2- Ventilation paramétrique et articulations de sols paramétrique et articulations de sols



des grands bureaux de Londres ou New York comme Büro Happold et Foster. Cela a eu pour conséquence de voir une relation se développer entre ces bureaux et nos élèves qui y sont régulièrement sollicités en cours d'études pour un poste où leurs compétences informatiques sont directement mises en oeuvre. Bien sûr ce contact avec le monde du travail procure un contexte très constructif pour l'élaboration des projets étudiants.

Introduction donc d'une certaine sensibilité matérielle ?

Oui, l'enseignement digital n'est plus aussi exclusivement conceptuel dans un cadrage philosophique, ou bien seulement utilisé pour produire des diagrammes de nouveaux types de circulation et autres schémas d'organisation. En utilisant des outils spécifiques de



Bond Street, New York
Herzog & de Meuron

1. Images de la grille décorative sur rue. 2. Modélisation/rendus de la grille décorative. 3. Images du processus de fabrication de la grille décorative. 4. Si disponible, dossier de presse donnant détails sur la grille décorative



elle cherche à impressionner par sa complexité pour ne finir que par être visuellement compliquée.

La notion de complexité et ses infinies nuances sémantiques mériteraient elles aussi une réflexion sérieuse qui dépasse le cadre du présent article mais notons simplement au cours des 5 dernières années une multitude de projets qui en traitaient plus ou moins heureusement. Lorsque ces propositions se rattachaient à une démarche spatiale et structurale, elles étaient très réussies (Toyo Ito, Herzog de Meuron...) au-delà il s'agissait de style. Au même titre que la Grande Guerre avait mis fin au Cubisme (en envoyant Léger et Braque dans les tranchées) il est fort à parier que la crise financière que nous traversons aura un impact sur les tendances formelles. Il est intéressant de relever qu'au démarrage de cette crise la complexité des produits et dérivés financiers a rendu pendant plusieurs semaines toute visibilité d'ensemble impossible aux analystes et comme le remarquait Nicolai Ouroussoff (critique architectural du New York Times) il y a quelques semaines à propos du pavillon Chanel de Zaha Hadid, "il arrive à un très mauvais moment".

Style

Il se dégage de l'étude des projets digitaux une problématique de style intéressante car revenant à soit reconnaître la non objectivité du processus (la main de l'homme) soit la préférence de la machine, ce dernier argument étant difficilement soutenable car il n'existe pas à notre connaissance de lien synthétique entre les formes et la machine. L'organique et le non linéaire relèvent à notre sens d'un choix, plutôt sain d'ailleurs puisque l'architecte en est responsable. Le vernis théorique, technique et "scientifique" en revanche trouve mal sa place car plus que jamais il s'agit de revendiquer sa responsabilité d'architecte. La recherche de nouvelles formes est annoncée à elle seule comme vertueuse or cela ne peut avoir de sens si cette démarche n'est pas reliée à des idées. L'architecture est un sujet intégrant infiniment plus de données et de contraintes que le design industriel pour lequel il est possible d'envisager des solutions formelles aux cycles changeants très rapprochés car liés à la consommation de masse. Le travail d'Herzog & de Meuron entre autres est là pour illustrer qu'il est possible d'intégrer une sensibilité

technologique dans le projet architectural sans perdre le sens des priorités et sans dogme. Le stade de Pékin est une entreprise monumentale ou la recherche sur la forme, la rationalisation de la structure et l'importance des idées atteint un niveau élevé d'intelligence. Mêlant habilement structure et enveloppe, signifiant et signifié, le stade réussi à introduire une dimension toute nouvelle dans un domaine jusque là quasi exclusivement traité, à l'image des aéroports, par une grande clarté tectonique. De la synthèse d'un parti et d'une idée, une démarche a été mise en place afin de respecter un équilibre entre la visibilité de l'intention architecturale et l'expression d'un tout spatialement multidirectionnel, changeant et in fine, familier. C'est la maîtrise du projet qui est lisible et qui contribue à sa réussite : ce qui est d'abord perçu comme une face aléatoire devient source d'équilibre. L'identité technologique du bâtiment (qui a fait appel aux outils les plus sophistiqués) s'efface pour laisser la priorité à son sens.

Pour le concours de la Tour Phare à la Défense, gagné par Morphosis, l'architecte a cherché à exprimer dans sa proposition une forme en réponse aux paramètres et contraintes identifiés sur le site et dans le

Entretien avec Matt King

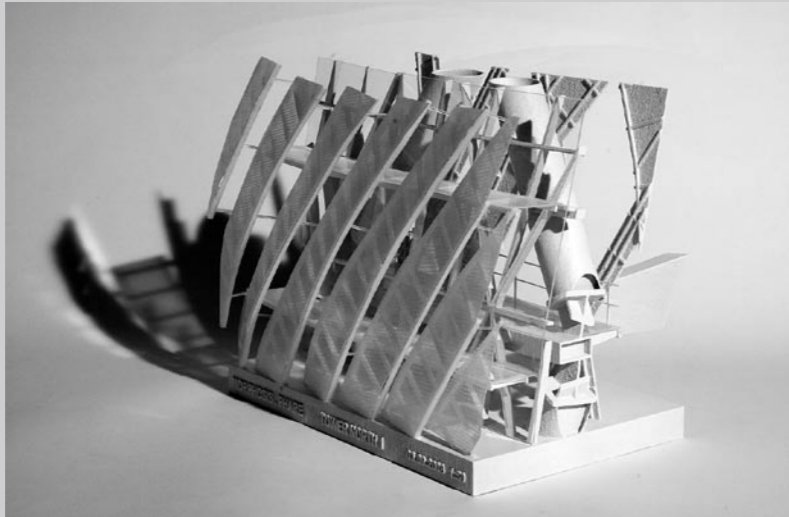
Ancien de Arup New York et de RFR, qu'il a quitté pour fonder TESS en 2007 avec Bernard Vaudeville et Tom Gray, Matt King travaille sur plusieurs projets importants comme La Tour Phare (Morphosis) et la Fondation Louis Vuitton pour la Création (Gehry Partners). Il évoque ici l'évolution de la pratique du métier d'ingénieur et des relations ingénieurs/architectes.

En tant qu'ingénieur comment mesurez vous la portée sur votre travail de l'usage grandissant chez les architectes de logiciels de modélisation avancés?

Ces nouveaux outils ont bien sûr autorisé aux architectes des explorations formelles plus complexes qu'auparavant mais ces dernières années nos propres capacités à analyser ces solutions ont augmenté de manière significative avec le progrès des logiciels ainsi que notre capacité à intégrer notre travail avec celui de l'architecte dans un environnement de collaboration digitale. Cela nous a autorisé à explorer plus en profondeur les opportunités d'ingénierie qui se présentent, par exemple comment des formes à double courbure peuvent être exploitées pour travailler comme des coques. Nous pouvons aujourd'hui rapidement estimer le potentiel d'une forme et redistribuer cette information à l'architecte par l'intermédiaire de plateformes digitales communes.

Vous travaillez en ce moment sur plusieurs projets aux formes complexes (Tour Phare et Fondation Vuitton) où la relation entre la structure et la peau du bâtiment constitue l'identité même du bâtiment. Ces projets se reposant davantage sur votre expertise, de quelle manière ont-il fait évoluer vos relations avec les architectes ?

Dans la Tour Phare, la structure et la surface se rencontrent pour augmenter l'expérience architecturale plutôt que de voir l'un répondre unilatéralement à l'autre. En terme architectural l'intelligence de la tour est de voir la complexité du site exprimée dans la conception, dans le parti. La forme elle-même est pourvue d'une vraie valeur structurelle afin de guider les charges vers les points de fondations, qui ne sont que trois. Nous sommes face à une proposition



qui n'a pas cherché à simplifier les contraintes physiques du site mais plutôt à les exploiter et les rendre lisibles. Je pense que de cette résolution naît une architecture intéressante et très pertinente pour ce projet spécifiquement. Des agences d'architecture comme Morphosis et Frank Gehry sont aujourd'hui équipées d'outils très avancés qui les autorisent à désigner très tôt les zones nécessitant des études poussées. Ces outils sont des instruments d'approximation indispensables pour comprendre le bâtiment et avancer dans les études, notre rôle étant de prendre la relève de cette approximation et de proposer des solutions dans les tolérances des différents matériaux sans nous éloigner de l'intention de l'architecte. Ce processus est un va et vient et les limites de fabrication et de mise en œuvre sont constamment réintroduites dans les modèles afin d'informer la recherche d'optimisation des parties constitutives et par conséquent de finaliser avec l'architecte l'ensemble forme & structure.

Comment comprenez-vous, en tant qu'ingénieur, une géométrie complexe ?

Il est difficile de définir ce qui est entendu par une géométrie complexe, mais nous avons vu une augmentation significative de projets dont les formes bénéficient d'une approche intégrée à la conception de la structure et de la peau. Nos projets les plus réussis sont ceux où nous sommes parvenus à

trouver une réponse simple à ces hypothèses complexes. La simplicité est une recherche constante, réduire un problème à sa plus simple expression. D'ailleurs nous trouvons de manière surprenante plus de complexité dans les surfaces que dans la structure, ce qui nous amène naturellement à nous y intéresser. Nous cherchons évidemment toujours une réponse matérielle ou une solution constructive pertinente face une forme complexe ; l'usage de l'ordinateur ne nous forcera pas dans des impasses ; le verre ne sera pas une solution pour une surface hyperbolique. Mais des boîtes carrées ne peuvent aujourd'hui constituer des réponses exclusives en architecture car non seulement le langage a évolué mais les moyens de penser et de mettre en œuvre ont radicalement changé. Les notions économie de moyens, de fabrication, de construction, de durée de construction restent toujours d'actualité mais nous sommes aujourd'hui en mesure d'y répondre grâce à des outils qui n'étaient pas nécessairement disponibles il y a quelques années.

S'il est possible de parler d'une nouvelle génération de géométries, quelle a été à votre sens leur impact sur la relation architecte-ingénieur ?

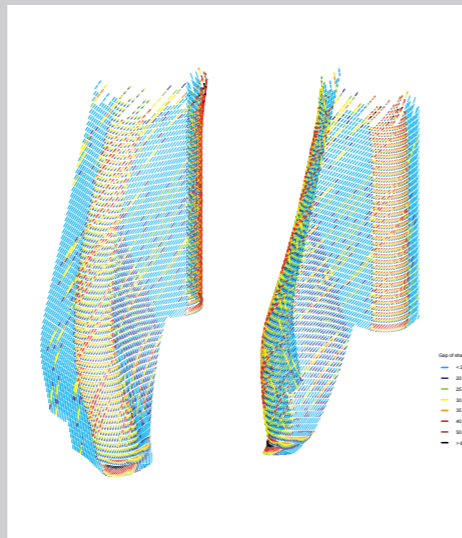
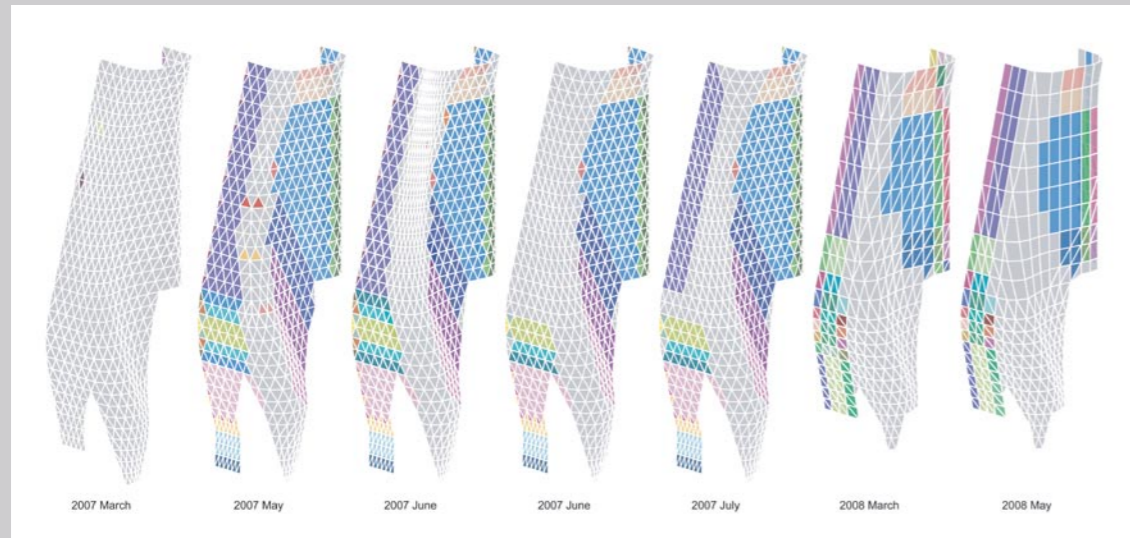
L'émergence d'outils communs aux architectes et ingénieurs a créé un rapprochement nouveau entre eux car ces outils ont autorisé une compréhension plus rapide des contraintes de l'un et de l'autre. Il est

intéressant de noter qu'à mon sens l'architecte a ces dernières années développé un goût et une préoccupation pour la structure qu'il avait un peu délaissée ; je pense pouvoir dire la même chose des ingénieurs et d'un intérêt grandissant chez eux pour l'espace. Sans doute les nouvelles méthodes de conception amènent à ne plus "faire faire" à l'ingénieur mais à travailler en véritable partenariat avec lui pour s'assurer de la réussite d'un tout, de trouver même pour un projet à l'articulation géométrique très forte, un équilibre. La mesure de la réussite d'un projet pour moi est rendu palpable par l'ordre de l'espace fini ; à savoir que chaque élément constitutif occupe sa place sans prépondérance ou déséquilibre.

Quelle ouverture ou évolution notez-vous dans la pratique de votre profession ?

Il me semble qu'en raison d'une combinaison de facteurs, la peau d'un bâtiment est devenue ces dernières années plus intéressante que d'autres aspects. Il s'agit d'un élément avec un cahier des charges performatives de plus en plus important présentant des défis passionnants pour les ingénieurs. De la résolution de l'interface entre la peau et la structure une véritable valeur naît, ainsi que des opportunités de mise en œuvre de solutions industrielles et constructives pour améliorer les performances. Mais de manière générale, et pour revenir à l'ubiquité de la machine dans notre paysage professionnel, ce qui me surprend et m'enchant le plus reste la « personne » derrière la machine ; l'enthousiasme et la créativité qu'impose on usage donne le sentiment d'un nouvel horizon à explorer dans nos propres domaines. Car il est certain que la fonction d'un bâtiment ne peut et ne doit pas être la seule source de valorisation mais l'aspiration qui en émane.

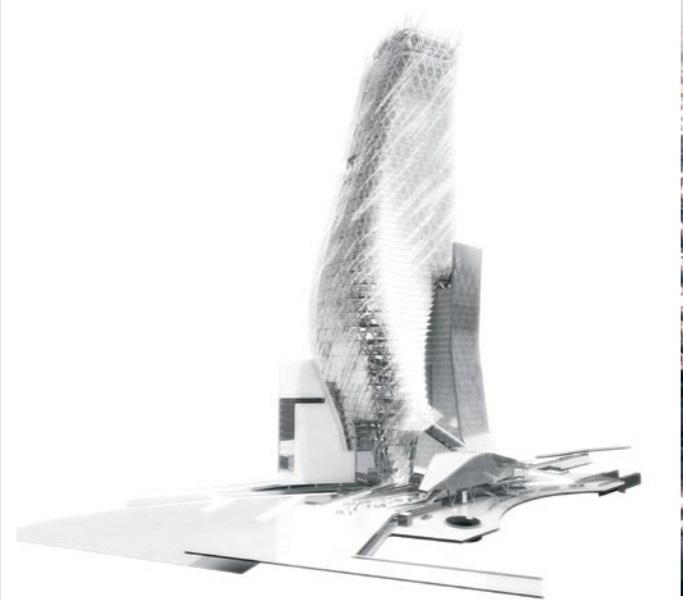
Les quelques diagrammes ci-contre illustrent quelques unes de ces étapes de rationalisation et d'optimisation. A commencer par la décomposition de la géométrie de la surface en surfaces séparées homogènes, la rationalisation de la structure diagonale afin d'y chercher des zones de répétitivité, jusqu'à l'introduction des contraintes d'espace-ment des 4000 brise-soleil de façade afin d'éviter l'usage de garde-corps (et donc de comprendre leur dimensions respectives). Un constant va et vient s'établit entre les différentes parties constitutives du bâtiment afin de trouver l'optimisation médiane. L'ensemble de l'information géométrique étant paramétrique, toute évolution peut être précisément enregistrée et communiquée.



La Tour Phare, La Défense Morphosis



1. Modélisation/rendus de la peau du bâtiment. 2. Modélisation/rendus de l'ossature. 3. Modélisation/rendus de tout diagramme d'effort sur la peau & ossature. 4. Modélisation/rendus de détails.



programme. Si la façade nord est totalement plane, la face sud est une surface organique gonflée et ouverte en trois emplacements à sa base pour aller chercher les points d'ancrage au sol, les trois seuls disponibles pour les transferts de charge sur ce site.

Un noyau central en béton armé et une trame structurelle diagonale en acier sur la façade constituent les éléments porteurs du bâtiment. Comme l'explique Marty Doscher de l'agence Morphosis, le choix du parti structurel de façade est une réponse à la forme de l'enveloppe car fournissant un système structurel diagonal pour chercher une circulation homogène des forces. "Dès le début de la réflexion sur le concours, un désir existait chez Tom Mayne de revoir les règles conventionnelles de conception des bâtiments de grande hauteur". En partenariat avec RFR (et TESS aujourd'hui) l'équipe a donc proposé une structure s'adaptant dans un premier temps à la forme et placée en façade, "là où elle allait le mieux travailler". Précisons que la tour n'est pas le résultat d'un processus automatique génératif mais bien d'une intention clairement définie au départ et affinée au fur et à mesure pour parvenir à la forme qui allait

concilier : enveloppe budgétaire, contraintes de fabrication/rationalisation et désir architectural. C'est vers le début de l'année 2000 que Morphosis a fait l'acquisition de ses premières imprimantes 3D offrant la possibilité de produire rapidement nombres de maquettes de très grande précision. Pour mémoire, l'imprimante 3D reçoit l'information directement du modèle informatique et taille ou sculpte une maquette. Deux grandes catégories d'imprimantes existent utilisant la méthode additive ou la méthode soustractive. La pratique mise en place par Morphosis dans l'usage des outils numérique fait preuve de sérénité et d'intelligence. Utilisant un cocktail de logiciels, l'équipe cherche la rationalisation des formes afin de simplifier et autoriser la fabrication dans l'enveloppe budgétaire. Ici l'outil informatique est utilisé pour offrir aux architectes des possibilités de lissage et de mise au point géométrique dont seuls pouvaient rêver de grands bureaux d'étude il y a quelques années. Allant jusqu'à mettre au point leur propre logiciel de modélisation paramétrable, Morphosis et Gehry Partners se sont donnés les moyens de rester maître du jeu face à tous les

intervenants du projets.

Renzo Piano cherchant il y a quelques années une métaphore à l'architecture la comparait à la partie immergée d'un iceberg. La société, la technologie, l'histoire, la terre, l'économie, l'Homme... sont d'après lui autant de forces qui poussent et maintiennent l'architecture vers le haut. Aucune de ces forces ne saurait être retenue comme prépondérante sur une autre et de leur synthèse et de la subjectivité créatrice de l'architecte naît l'œuvre. Ainsi on apprécie ou pas le travail de Frank Gehry mais ce qui reste important dans sa démarche, et dans le cadre pertinent à cet article, reste la notion de prérogative de l'architecte. Une distance utile avec l'outil autorise à rester concentré sur l'œuvre et non sur les moyens en évitant ainsi de tomber dans un certain "pittoresque technologique" (pour utiliser la formule d'Antoine Picon) source de moquerie des générations précédentes (cf. la grande ampoule pour éclairer Paris de nuit) et donc de celles à venir. **Alireza Razavi**

Registered Architect (NY 2005). Columbia University, NY (MSAAD, 1998). Ecole Nationale Supérieure des Arts Décoratifs (AII, 1997). Ecole d'Architecture Paris-la-Seine (DPLG, 1996).