

## Bernard Cache et Patrick Beauce

« *Vers un mode de production non-standard* »,

2003

Texte écrit en mars 2003 à l'occasion de l'exposition Architectures non-standard au Centre Pompidou et publié dans *Fastwood : Un Brouillon Project*, p. 6-8, Consequence book series on fresh architecture vol.6, Institute for Cultural Policy, 2007

A quelles conditions une expression telle que "architecture non-standard" peut-elle avoir un sens? Peut-être est-il plus facile de commencer à répondre sur le mode négatif. Si, en effet, une architecture non-standard consiste à générer des surfaces plus ou moins molles qu'on qualifiera ensuite de bâtiment en les transférant sur une batterie de logiciels de production, pour créer des espèces de sculptures à prix très élevé qui n'ont plus aucun rapport avec la sédimentation historique et sociale que constitue la cité, alors on ne fait que perpétuer le mythe romantique de l'architecte artiste.

Par delà toute intention polémique, cet exorde négatif doit nous servir à lister une série de critères auxquels nous souhaiterions tenter de répondre positivement pour ne pas laisser échapper ce qui est véritablement en jeu dans la possibilité d'une architecture non-standard au jour d'aujourd'hui. Il est question de forme, de cité et de productivité.

Commençons par la forme, car pourquoi le nier, il y a bien là « fascination ». En effet, un extraordinaire sentiment de puissance envahit tout architecte à qui les modeleurs de CAO (1) donnent le moyen de générer des surfaces qu'il ne saurait absolument pas dessiner à la règle et au compas. A cet égard, on peut considérer trois cas de figures. Le sentiment de toute puissance peut venir en premier lieu de modeleurs très ergonomiques, tels Rhino, qui donne le moyen de dessiner très facilement des surfaces suffisamment complexes pour qu'on ne soit même plus certain de leur cohérence spatiale. Le grand public n'en a encore aucune idée, mais tirer les points de contrôles d'une surface Nurbs pour générer une surface fluide est désormais à la portée de n'importe quel utilisateur après une demi-heure de d'apprentissage, et c'est très bien comme cela. Qu'en revanche il s'agisse ensuite de contrôler ces surfaces, de les modifier en agissant sur leurs cotes, de leur conférer une épaisseur et de les fabriquer, voilà une autre paire de manches et là commence le jeu du mistigri : c'est-à-dire transmettre les problèmes à quelqu'un d'autre tout en multipliant le budget. D'où l'adage, maintes fois répété par des architectes lucides comme Alejandro Zaera Polo : rien ne se construit qui soit transposable sur Autocad. Deuxième cas de figure: l'utilisation de générateurs complexes, tels les simulateurs de mouvements de particules qu'on trouve sur les logiciels d'imagerie tels Maya, Softimage et autres. Logiciels qui ne sont nullement critiquables en soi, mais qui n'ont jamais été pensés pour fabriquer des objets concrets, et qui donc ne se soucient guère d'assurer, par exemple, que les quatre coins d'une planche soient coplanaires. Dans le premier cas, la fascination venait de la simplicité d'une interface transparente, dans ce deuxième cas ce sentiment provient de ce qu'on dispose au contraire de moteurs tellement complexes qu'on ne contrôle plus le dispositif de génération et que le résultat nous arrive comme revêtu d'un manteau d'innocence : celui du hasard ou de l'accident. Dans les faits, ce chaos est entièrement déterministe, mais comme on ne comprend pas les déterminants algorithmiques, les formes sont empreintes d'une sorte d'aura conférée par l'aléatoire prétendu.

Enfin, il y a un troisième cas, finalement beaucoup plus honnête, qui consiste à se passer de la boîte noire informatique, pour tout simplement tordre des feuilles de papier, comme un vieille esquisse de sculpture, procédé qui a l'avantage de créer des surfaces développables, c'est-à-dire à courbures nulles, ce qui revient à dire que ces surfaces sont intrinsèquement euclidiennes (2). On devra alors digitaliser la maquette en papier, pour la transférer sur un logiciel qui régularise les surfaces, avant de fournir les fichiers à des entreprises virtuoses du prêt-à-porter

architectural, telles Permasteelisa (3).

Dans ces trois démarches, le « non-standard » revient à dire « original » ou « complexe », mais, dans tous les cas, on ne sort pas d'un état d'esprit Beaux-Arts, qui veut faire du projet architectural une oeuvre de création individuelle. Et de ce point de vue, l'architecture non-standard s'inscrit dans une tradition de l'unicum, transversale à tous les modes de production : artisanal, artistique, industriel ou digital. Le point de vue alternatif, c'est la série : l'objet comme instance sur un continuum.

Mais là encore les choses demandent à être précisées. Car on sait bien qu'aujourd'hui, par la magie des fonctions de morphing, tout peut être transformé en tout. A vouloir éviter le Charybde de l'unicum, on tombe très vite dans le Scylla de transformations sans consistance propre qui assurent une continuité artificielle entre des formes qui n'entretiennent aucun rapport entre-elles.

Morphé, précisément. Qu'est-ce qu'une forme? Que doivent avoir en commun deux objets pour qu'on puisse dire qu'ils ont une même forme? La réponse tient dans un concept fondamentale de la théorie architecturale, mais également de l'axiomatique moderne de la géométrie telle que formulée par Herbert dans ses *Grundlage der Geometrie* (4). Deux objets ont même forme lorsque, indépendamment de leurs dimensions, leurs éléments forment entre eux les mêmes angles et surtout respectent les mêmes proportions. Le mot est lâché, le souci de la forme s'alimente de à une théorie des proportions qu'il importe de bien comprendre si l'on veut éviter les écueils qui ont trop souvent balisés le cheminement de la pensée architecturale depuis l'acoustique néopythagoricienne jusqu'au Modulor de Le Corbusier. Or, le philosophe qui pose le plus clairement le problème, et ceci en relation à l'architecture, c'est bien Platon dans le *Sophiste*. De quoi s'agit-il? Platon est préoccupé de ces gens, les Sophistes, qui professent tout et son contraire, et qui enseignent à renverser tout argument pour défendre les thèses les plus opposées. Bref, les Sophistes, sont des fabricants d'images mais qui font du morphing par le seul biais de la rhétorique. Comme à son habitude, Socrate dialogue et en vient à l'examen de deux grandes positions. D'un côté, il n'est pas difficile de rejeter la conception d'Héraclite pour qui tout se meure. Car, si tout n'était que changement, comment pourrait-on même nommer les choses dont nous parlons. La possibilité du logos suppose qu'il y ait de l'invariant. Mais, d'autre part, la position de Parménide n'apparaît guère mieux tenable, qui veut que l'être soit Un et que seul l'Un soit. Cette seconde thèse est d'autant plus difficile à maintenir qu'on maintient la fameuse dichotomie de Parménide suivant laquelle "il faut être absolument ou ne pas être du tout". Car, alors, comment traiter du discours du Sophiste qui à la fois "sont" et sont "faux". Dans le *Sophiste*, Platon en vient à reconnaître que nous vivons dans un monde qui est un entrelacs d'être et de non-être. Le mot grec est très précis ; *sumplokè* veut dire "entrelacs" dans des contextes qui vont de l'entremêlement des corps dans l'amour ou la lutte, à la combinaison des lettres dans la formation des mots. C'est un monde d'images et de simulacres. Le monde visible est une copie des Idées, qui seules échappent au devenir et à la corruption. Mais toutes ces copies ne se valent pas car elles n'entretiennent pas forcément le même rapport à leur modèle. Là encore Platon est très précis et se réfère aux arts plastiques et à l'architecture. D'un côté, nous avons les bonnes copies qui respectent les proportions du modèle, de l'autre nous avons les simulacres: ombres et reflets qui portent atteinte aux proportions. En latin, proportion se disait "ratio", et en grec "logos". Nous sommes bien au fondement même de la rationalité et du discours. C'est que, pour Platon, toute chose matérielle est évidemment corrompue par le devenir. Tant et si bien qu'aucun modèle matériel ne peut équivaloir à l'Idée. Le rapport parfait chez Platon, c'est se qui va convertir l'identité en une proportion idéale: le rapport isométrique du même au même, le ratio 1/1. Voilà, nous avons tout sous la main pour construire une philosophie de l'image qui n'était certainement pas envisageable du temps de Platon mais qui, pourtant, en réalise le cahier des charges. Les Idées, ces événements abstraits, ce sont des invariants qui échappent à la corruption. Au premier rang, nous trouvons l'identité, ce rapport du même au même qui permet de superposer la chose à l'image, ou le repos au mouvement. Ainsi en va-t-il de ces formes parfaites que sont le cercle ou la sphère, lesquelles restent identiques à elles-mêmes dans le mouvement de rotation autour de leur centre. Invariantes par rotation, les mesures mêmes sont conservées. Et puis nous avons ces

copies, quelque peu dégradées, qui reproduisent le modèle en altérant ses dimensions. Ces copies restent cependant bonnes dans la mesure où le peintre, le sculpteur ou l'architecte auront respecté les justes proportions du modèle. Ces artistes auront produit des "similitudes", lesquelles conservent les angles et les proportions. Le ratio est invariant par homothétie, c'est le leitmotiv de la philosophie grecque depuis Thalès. L'ombre de la pyramide varie au fil des heures, des jours et des saisons, mais le rapport de la pyramide à son ombre reste identique au rapport entre le gnomon fiché en terre à sa propre ombre: ces rapports sont des invariants par variations, entrelacs d'être et de non-être. Aussi Platon réserve-t-il ses critiques, pour mieux attaquer ces sculpteurs qui altèrent les proportions des statues placées sur l'acrotère des temples, afin d'en corriger les déformations optiques. Et en effet, l'angle apparent des différentes parties superposées change très rapidement lorsque les statues sont vues d'en bas, en perspective. Nous rentrons ici dans le domaine des corrections optiques, repris par Vitruve, et depuis, maintes fois relayés par les divers auteurs de traités d'architecture. Mais faisons bien attention. Platon ne remet pas en cause la raison d'être de ces déformations. En ce sens, il adopte une attitude très différente d'un Perrault qui, en bon carthésien, rejettera catégoriquement l'idée que nos sens puissent être abusés. Un cercle restera perçu comme un cercle, quand bien même son profil apparent est une ellipse lorsqu'il est vu de biais. Au diable ces gens qui, tel un Caramuel de Lobkowitz, entendent déformer la section réelle des colonnes de la place Saint-Pierre pour tenir compte de leur déformation perspective. Le rationalisme carthésien tient tout entier dans ce rejet de l'hypothèse du malin génie. En cela, il y a incompatibilité totale entre Descartes et Desargues qui écrivent tout deux leurs textes fondamentaux en 1638. Et à vrai dire, il faudrait prendre le temps de bien regarder s'il n'y aurait pas un fossé aussi grand entre les deux grands projectivistes: Desargues et Pascal, ce dernier comprenant totalement la pensée du premier, mais dans un sens qui conduit à une mystique de l'infini (5) au contraire d'un Desargues qui traite du point de fuite comme un point ordinaire. Cet "hic et nunc" de la philosophie rationaliste française entre 1638 et 1640 ne relève d'aucun *Zeitgeist* : nous sommes face à des lignes très divergentes au sein de la pensée dite "classique". Mais revenons à Platon qui, lui, reconnaît le bien fondé des corrections optiques. Il ne dénie pas aux artistes les raisons de porter atteinte au modèle, ce qu'il remet en cause, c'est le résultat. Une statue placée en haut d'une colonne doit être déformée, mais cette copie aux proportions altérée est le prototype même des simulacres que disqualifie Platon. C'est que, au regard de la mathématique de son temps, Platon n'a pas le moyen de penser des Idées qui demeurent invariantes par déformation projective. Pour y voir autre chose que de la corruption, il aurait fallu que Platon ait à sa disposition les invariants projectifs, et en particulier, ce rapport de rapport, ce logos au deuxième degré, que les mathématiciens espagnols nomment très justement "razon doble", lequel exprime le nombre de ce qui se conserve dans les déformations projectives. Aussi bien voyons-nous comment procède le discours de la science. L'invariant primitif, c'est le rapport d'identité, rapport isométrique du même au même. Puis on en vient à ce deuxième invariant par variation qui articule la rationalité grecque et dont nous ne sortons pas jusqu'en 1638, du moins en ce qui concerne sa traduction dans l'espace géométrique: le rapport homothétique. Là intervient Desargues, suivi de près par Pascal, qui créent les premiers invariants projectifs géométriques : alignement et intersection, avant que ne soit inventé le bi-rapport numérique. Après Desargues, il n'aura fallu qu'une dizaine d'années avant qu'Euler ne produise, en 1736, les premiers invariants topologiques qui sont conservés au travers de toute déformation des surfaces, pour autant qu'on en respecte la continuité. La fameuse formule d'Euler qui établit la constance de la somme du nombre des sommets et des faces diminuées du nombre des arêtes pour un polyèdre quelconque, cette formule constitue le premier invariant topologique, à partir duquel s'est ouvert un champ d'investigation qui est loin d'être clos puisque, par exemple, la théorie des invariants caractérisant les noeuds demeure un sujet de recherche très actif au sein des mathématiques contemporaines. Mais c'est dès 1872, qu'il appartiendra à Félix Klein (6), plus connu pour sa bouteille, de saisir ce mouvement de la raison géométrique qui progresse en inventant des invariants toujours plus sophistiqués pour nous permettre de manipuler des invariants toujours plus larges. Quel rapport peut donc entretenir ce rapport très bref aperçu historique de la géométrie avec les occasions de ne pas manquer aujourd'hui de créer une véritable architecture non-standard? Quel rapport donc avec aussi bien avec l'architecture qu'avec le non-standard? Nous retiendrons de l'architecture une définition somme toute extrêmement classique : ordonner le divers de l'espace de façon à assurer le maximum de liberté à la collectivité

qui le hante ou le colonise. Ordonner signifiera qu'il s'agit de munir d'invariant un divers qui n'est pas naturellement vivable. L'espace absolu est un dehors qui n'est guère plus habitable que l'hyper-grille d'une architecture totalitaire. Nous cherchons des dispositifs qui assurent les invariants nécessaires aux variétés les plus souples possibles. C'est en cela que nous sommes concernés par une architecture nonstandard à laquelle nous pensons que les technologies numériques pourraient permettre de franchir un seuil, sans que la notion soit en soi véritablement nouvelle. Car, en effet, si on laisse de côté ces formes extrémales qu'on pu constituer des architectures aux invariants isométriques telles le cénotaphe de Newton ou les espaces concentrationnaires d'un Hilberseimer, la pensée architectonique s'est toujours tournée en priorité vers les invariants proportionnels. Au point qu'un Le Corbusier s'en remet encore aux proportions lorsqu'il tente d'élaborer un système universel de standardisation industrielle. Qu'il invoque alors une conception harmonique et néopythagoricienne inventée de toute pièce par des idéologues allemands du XIXe siècle (7), ne retire rien à la pertinence du concept de proportion en architecture ; bien au contraire, ce fourvoiement moderne prouve à quel point il est difficile de penser l'architecture sans la proportion. Aussi, lorsque les théoriciens de la Renaissance italienne s'efforceront d'interpréter le dispositif perspectif inventé par Brunelleschi en 1420, c'est encore et toujours au système des proportions qu'ils auront recours, s'efforçant, en vain, de rabattre le projectif sur la similitude en établissant des ratios simples entre les segments en diminution d'un pavage vu en perspectives, alors qu'il s'agit là d'un cas canonique de bi-rapport projectif. C'est que l'architecture n'entretiendra jamais de rapport au projectif que sous un mode extrêmement ambigu. Quand bien même la géométrie projective fut-elle préparée et finalement inventée par des architectes : une filiation qui s'étend sur deux cents ans, de Brunelleschi à Desargues en passant par Philibert De L'Orme, laquelle se prolonge au moins jusqu'à Monge dont le premier domaine d'application fut les fortifications militaires à l'Ecole Mézières, quand bien même ce sont donc des architectes qui conçurent le projectif, les ouvrages stéréotomique intégrant cette géométrie dans la production même de l'architecture sont toujours restés secondaires : tout au plus de magnifiques voûtes comme à l'Hôtel de Ville d'Arles (8), mais le plus souvent de simples adjonctions, comme les trompes de Philibert De L'Orme. Et la place des invariants topologiques, tels les entrelacs, se présente sous un jour encore plus problématique : le nœud (9) ou le rinceau végétal (10) jouant le rôle de motif fondamental de l'ornementation, registre dont, avant les projets très contemporains, ces formes topologiques ne sont quasiment jamais sorti, en dehors de quelques applications particulières telles les extraordinaires dispositifs d'escaliers à l'image celui que réalisa Philibert De L'Orme pour le Château des Tuileries (11). Cette analyse formelle demande bien sur à être précisée, mais plus nous considérons l'histoire de l'architecture sous l'angle de la CFAO (12), plus il nous apparaît que la tradition a toujours intégré, mais suivant des dosages très divers, ces quatre types d'invariants : isométriques, homothétiques, projectifs et topologiques. Ce qui se passe aujourd'hui, c'est que nous disposons des moyens qui permettraient de remettre en cause le système de hiérarchie implicite entre ces différents registres en faveur désormais des invariants les plus sophistiqués ; projectifs et topologiques. Mais, nous ne croyons pas plus à une architecture seulement topologique : aléatoire, fluide, mouvante ou virtuelle, pour ne pas dire non-euclidienne, et que sais- je encore, que nous ne nous défions d'une architecture isométrique : centrale, orthogonale et panoptique. Nous sommes d'autant plus en recherche d'un juste et ordinaire milieu qui intègre les différents registres d'invariants que le consensus médiatique se porte de nos jours toujours plus en faveur des hernies spatiales en quelques lieux privilégiés pour ne laisser que plus d'extension à l'alternance grille/chaos dans les banlieues. D'une manière générale, et en dehors de situation où certains invariants sont fournis par le contexte même de l'édifice, l'architecture ordonnera d'autant mieux le divers de l'espace qu'elle jouera de chacun des quatre invariants en déterritorialisant leur registre d'application traditionnel : isométrie des plans centraux, homothétie d'une architectonique proportionnelle, projectivité des solides complexes et topologie des ornements entrelacés. Cette réinterprétation des registres traditionnels passe par une relecture des typologies urbaines historiques. Une architecture fondée sur des invariants par variation permet en effet de revenir à la typologie autrement que sous le mode néo-platonicien (13) du modèle à reproduire, à l'identique ou dans ses proportions (14). La ville devient alors le champ de mise en variation des invariants historiques.

Précisément, les relations dans la cité étant au moins en partie déterminées par les rapports de production, comment faire pour qu'une architecture non-standard devienne un fait social autre que la dernière forme de distinction d'une clientèle qui a les moyens de multiplier les budgets standards? Comment éviter que le non-standard ne sombre dans le formalisme original? Comment faire en sorte que l'objet soit véritablement conçu et produit comme une instance dans une série? Comment intégrer l'objet architectural dans le tissu urbain? A toutes ces questions, il est, à notre avis, une réponse fondamentale : la productivité des agences d'architectures, de la conception au suivi de la fabrication. De ce point de vue, la question de l'architecture non-standard n'est pas différente de ce problème fondamental des sociétés post-industrielles, à savoir la productivité des services en général (15). L'architecte est un travailleur intellectuel dont le mode de production est conditionné par les technologies numériques, mais le développement de celles-ci n'a rien de naturel. A cet égard, l'écriture de logiciel est à la fois le genre majeur de la culture contemporaine (16) et en même temps le terrain privilégié d'affrontement des forces qui organisent la production dans nos sociétés. Dans ce champ, il est un concept stratégique qui déterminera la forme que prendra l'architecture standard dans les années à venir : c'est le concept d'associativité. Qu'entend-on par associativité? L'associativité est le moyen logiciel de constituer le projet architectural en une longue chaîne de relations depuis les premières hypothèses de conception jusqu'au pilotage des machines qui pré-fabriquent les composants qui viendront s'assembler sur le chantier. Dessiner sur un logiciel associatif revient à transformer le dessin géométrique en une interface de langage de programmation. Ainsi, créer un point au croisement de deux lignes ne consiste plus à créer un élément graphique, mais à établir une relation d'intersection sur la base de deux relations d'alignement. Ici, le lecteur se souviendra de ce qu'il s'agit là des deux invariants projectifs fondamentaux, en même temps que de deux gestes primitifs dans l'espace : viser et intercepter. C'est tout l'intérêt des logiciels de CFAO associative que de traduire cette relation géométrique en un programme qui fera en sorte que le point d'intersection se recalculera comme il faut lorsqu'on déplacera les points extrémités des segments de droites qu'on intersecte. Bien entendu, il ne s'agit-là que d'un maillon élémentaire et tout cela n'a d'intérêt architectural qu'à condition de pouvoir constituer de longues chaînes de dépendances sur la base d'un petit nombre d'éléments primitifs qu'on dénommera, en jargon technique, des « parents originaires ». Première conséquence donc de l'associativité : l'obligation de formaliser rationnellement le projet architectural, en prenant bien soin de distinguer antécédents et dépendants au risque, sinon, de créer des références circulaires ou toutes autres sortes d'incongruités logiques. L'associativité constitue donc un filtre qui oblige à penser rationnellement le projet d'architecture et à en expliciter les hypothèses. A terme ceci devrait favoriser la clarté des procédures et des concepts architecturaux. Aussi peut-on s'étonner de ce que ce concept ait éveillé aussi peu d'intérêt auprès de ceux qui s'affichaient autrefois comme les tenants d'une architecture rationnelle. Ce que nous venons de décrire ne concerne que les activités de conception du projet. Or toute la difficulté de l'architecture non-standard tient dans l'ampleur de la somme d'informations qu'il importe de générer et manipuler pour fabriquer industriellement des composants tous différents les uns des autres à un prix qui ne soient pas forcément plus élevé que s'ils étaient standardisés. Pour gérer efficacement ces flux d'informations et assurer une associativité pleine et entière entre conception et fabrication, il importe avant toute chose de travailler sur le même noyau, lequel permettra, entre autres, d'assurer le contrôle dimensionnel des composants dès la conception et ceci jusqu'à la génération des programmes (code ISO) qui piloteront les machines numériques assurant la production des objets. A ce titre, le cahier des charges d'un système de CFAO associative comprend au moins quatre éléments fondamentaux. Le premier tient à la nécessité de gérer de très grands ensembles d'éléments complexes et tous différents, éléments qu'il n'est plus possible de dessiner un par un. Ceci oblige à recourir à un processus qu'on appelle techniquement l'insertion de composants. Le dessin d'un projet par insertion de composants oblige à concevoir d'abord un « modèle » de relations qui va pouvoir s'appliquer dans tous les situations où l'on va devoir créer un composant de ce type. Le modèle est en quelque sorte un invariant qui doit supporter toutes les variations auxquelles seront soumis les termes entre lesquels on aura établi des relations. Que le platonisme porte en germe tous les développements technologiques de nos sociétés occidentales, voilà une assertion qui n'est plus pour nous l'objet de spéculations théoriques, mais bien le résultat de vérifications empiriques. Et nous avons pu en effet expérimenter des situations où l'implémentation de cette logique de composants dans un projet

non-standard a pugnérer des gains de productivité d'un facteur 100!. Ce n'est d'ailleurs qu'à la condition expresse de gains de productivité de cet ordre de grandeur que l'expression « architecture non-standard » prend un sens. Autre aspect du cahier des charges : la nécessité de travailler en flux tendus et en état d'information provisoire jusqu'au dernier moment et ceci de manière délocalisée. C'est Moholy Nagy qui disait déjà dans les années 1920 que le critère de modernité d'un travail était de pouvoir être transmissible par téléphone. Ce n'en est que plus vrai aujourd'hui. La multiplicité et la dispersion des interlocuteurs, la volatilité des décisions, obligent à commencer de formaliser le projet sur la base d'une information incertaine. Des valeurs doivent pouvoir être données par défaut qui pourront facilement être corrigées, des points doivent pouvoir être définis en un lieu géométrique sans recevoir de localisation définitive sur ce lieu, les programmes d'usinages doivent pouvoir être mis à jour la veille de leur exécution. Avant que de prendre la forme d'édifice construits, l'architecture non-standard procède donc d'une architecture abstraite qui ordonne les flux d'informations nécessaires à la production numérique et ceci de manière d'autant plus automatisée qu'il n'y a plus d'intermédiaire entre le concepteur et la machine. La modification d'un des parents originaires du projet doit déclencher la mise à jour de l'intégralité de la chaîne d'information automatiquement parce que l'intervention humaine est toujours sujette à erreur. Or une architecture réellement non standard ne verra le jour qu'à condition de reproduire dans le domaine de la construction ce qui s'est déjà passé dans le domaine de l'édition. De même qu'il est aujourd'hui possible d'écrire et de mettre en page des documents graphiques qui peuvent être mis en ligne sur la toile par leur concepteur pour être imprimés à la demande par un lecteur distant, l'architecture non-standard suppose que le concepteur d'un édifice soit capable de produire l'intégralité des documents nécessaires à la production distante des composants architecturaux sans intervention a posteriori d'aucun bureau de contrôle ou bureau d'études d'entreprises qui en filtre les erreurs. Enfin, pour que tout ceci n'en reste pas au stade de l'utopie, cette chaîne d'information automatisée doit comprendre les documents qui servent de support aux transactions économiques nécessaires à la production du bâti : descriptif, devis, ordres de production et de livraison, plans de montage, etc. Evidemment tous ces éléments du cahier des charges font de l'associativité un dispositif à la fois très puissant mais également très complexe. Les logiciels de CFAO commencent seulement de mettre en oeuvre une telle architecture informationnelle dans des domaines tels que la mécanique. Mais rien ne dit que cette associativité pleine et entière ne voie jamais le jour en dehors d'applications industrielles très parcellaires et bien délimitées. A cela plusieurs raisons d'ordre social, juridique et culturel, qu'on peut résumer dans une seule formule : pour que l'associativité ne soit pas seulement une prouesse technologique et qu'elle s'inscrive dans la réalité économique, il faut assurer une très forte intégration entre conception et production. A quoi sert en effet de développer des outils logiciels très sophistiqués si l'on ne trouve pas d'utilisateurs - et en particulier d'architectes - disposés à en comprendre le fonctionnement ? La compétence et la rigueur nécessaire à l'usage de tels logiciels fait qu'ils sont par nature destinés à des utilisateurs bien formés et doués d'un bon raisonnement logique et géométrique. A quoi sert également de développer une associativité entre conception et fabrication si, dans la pratique, donneurs d'ordre et producteurs ne parviennent pas à établir des relations qui permettent d'exploiter positivement la continuité du flux d'information ? Aussi longtemps que chacune des deux parties ne trouve pas l'agencement qui donne avantage à collaborer et à ne pas casser artificiellement cette chaîne pour rejeter la responsabilité sur l'autre partie, l'associativité ne sera qu'un argument marketing des éditeurs de logiciel ou pire encore, une erreur stratégique de développement. Plus que jamais, l'architecture ne profitera des opportunités offertes par le non-standard, qu'à condition de construire, progressivement et patiemment, une véritable culture de la production numérique.

NOTES (1) Conception assistée par ordinateur (2) Sur toutes surfaces développables sur un plan, la somme des angles d'un triangle reste constante et égale à  $180^\circ$  (3) Entreprise italienne, leader sur le marché des revêtements de façade de grands immeubles aux formes particulières. (4) David Hilbert : Fondements de la géométrie (1899) : voir le chapitre dédié à la théorie des proportions. (5) Il nous semble très important de noter que le théorème de l'hexagone mystique fut inventé bien avant que Pascal ne soit lié à Port-Royal. il y aurait donc un cheminement mystique propre à pascal qui n'aurait rien à voir avec les relations avec sa soeur, et son entrée au couvent.

Guarini, qui rejeta les implications laïques de la géométrie Arguésienne, en était-il conscient ? (6) Félix Klein exposera ces conceptions générales de la géométrie dans les deux textes suivants: Ueber die sogenannt nicht euklidisch geometrie (1871) au sujet des géométries dites non-euclidiennes. Erlangen's programm (1872) : programme d'Erlangen (7) Le nombre d'or, anatomie d'un mythe, (8) Construite probablement par Hardouin-Mansart aux environs de 1640 (9) Gottfried Semper, Der Stil, 1861 (10) Aloisriegl Stilfragen, ( 1893) ; trad. française: Questions de style, 1992, hazan (11) Voir dessin de reconstitution dans Philippe Potié : Philibert De l'Orme, figures du projet. (12) Conception et fabrication assistée par ordinateur (13) Au niveau des problèmes, la philosophie platonicienne nous semble bien plus ouverte que la plupart des interprétations oui en ont été données par épigones (14) Voir la série d'illustration où l'on met en variation un hexagone régulier, archétype de plan central, pour le transformer progressivement en une figure que ne renierait pas certains architectes californiens, tout en conservant les invariants projectifs des théorèmes de briançon et pascal : convergence des diagonales, alignement des intersections des côtés opposés. (15) Paul Krugmann: l'âge des rendements décroissants, economica, et la mondialisation n'est pas coupable ; vertus et limites du libre échange, la découverte. Plus conjoncturellement, on peut se reporter à l'article de Patrick Artus dans la rubrique « économiques» des rebonds du journal libération du 31 mars 2003, lequel s'intitule : « des finances pour la croissance de l'Europe ». (16) Nous ne pouvons, ici, que rendre hommage aux développeurs de la société Missler qui, jour après jour, développent le logiciel Topsolid sur la base duquel est portée l'application Objectile. que Christian Arber, et Jean- Luc Rolland soient ici remerciés, et avec eux, l'ensemble de leurs collaborateurs, au premier rang desquels nous ne manquerons pas de citer : Jean-Louis Jammot et Charles Claeys.