HAL
open science

Instrumentalité numérique et culture tectonique, traductions constructives dans l'architecture de Jakob + Macfarlane

Louis Destombes

To cite this version:

Louis Destombes. Instrumentalité numérique et culture tectonique, traductions constructives dans l'architecture de Jakob + Macfarlane. Les Cahiers thématiques : architecture et paysage, conception, territoire, histoire, 2016. hal-03261446

HAL Id: hal-03261446

https://hal.science/hal-03261446v1

Submitted on 15 Jun 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Instrumentalité numérique et culture tectonique, traductions constructives dans l'architecture de Jakob + Macfarlane

Louis Destombes

Interroger la notion de matérialité à partir de l'architecture de Jakob + Macfarlane se présente *a priori* comme une véritable gageure. Le vert acidulé, monochrome, de la charpente suspendue aux anciens magasins généraux du quai d'Austerlitz, ou le *Cube orange* vif de Lyon s'inscrivent aux antipodes des réalisations de Peter Zumthor, Kengo Kuma, Steven Holl, parmi d'autres, sur lesquelles s'articulent canoniquement les théories de la matérialité en architecture.

L'objectif de cet excursus est d'interroger l'impact des procès numériques sur la manière dont les dimensions matérielles sont anticipées par le projet et peuvent contribuer au processus de création architecturale. Notre objectif de recherche implique de problématiser la notion de matérialité en l'abordant telle qu'elle se présente au concepteur, c'est-à-dire comme un ensemble de propriétés qui doivent être déterminées, par anticipation, avec les moyens de la conception architecturale. Les connaissances techniques ou la phénoménologie, seules, semblent de peu de secours pour interroger ce processus d'anticipation qui s'appuie, pour une partie importante, sur un travail de figuration. Nous proposons de développer cette approche à partir de la notion historique de tectonique qui constitue, depuis le XIXe siècle, un fondement théorique sur lequel les concepteurs ont pu s'appuyer pour penser la condition matérielle de leurs projets.

Les procès d'optimisation formelle à partir de la simulation des caractéristiques physiques des bâtiments ainsi que les procès d'usinage par machines à commande numérique ont contribué à situer les performances matérielles, structurelles et environnementales au cœur du processus de conception architecturale[1]. La focalisation du travail de figuration architecturale sur des modèles mathématiques de simulation engendre une dévaluation de la fonction de représentation traditionnellement associée aux descriptions graphiques du projet. Celle-ci semble se répercuter au niveau de l'anticipation de la construction par un rejet de la valeur de représentation que la culture tectonique prête à la forme construite. La première partie de cet article retrace l'émergence de la tension entre procès numérique et tectonique, afin d'expliciter les enjeux que cette tendance présente quant à la nature des qualités matérielles qui peuvent être mobilisées à travers le travail de conception architecturale.

L'architecture de Jakob + Macfarlane est abordée dans la seconde partie de l'article en tant que contre-exemple, ou alternative, à cette tendance. L'analyse se concentre sur un procès numérique récurrent dans leur démarche de conception : la déformation tridimensionnelle d'une grille orthonormée. Le transfert de ce motif de l'état dessiné à l'état construit est analysé à travers trois projets, suivant une approche herméneutique consistant à interpréter ce transfert comme un phénomène de traduction. Selon cette hypothèse, le fait que les modèles numériques de ces projets soient détachés de leur vocation de *simulations* pour être exploités en tant que *représentations* permettrait aux architectes d'inscrire les occurrences construites de ce motif dans la continuité historique d'une culture tectonique traditionnelle.

Architecture numérique et crise de la tectonique

Les productions expérimentales des années 1990 ont poursuivi, au moyen de procédures de calcul algorithmique, l'inflexion sémiotique et formaliste de la postmodernité architecturale, largement désengagée des préoccupations constructives[2]. Associées aux enjeux programmatiques et environnementaux, ces explorations formelles se traduisent, selon Antoine Picon, par une mise en crise des catégories traditionnelles de la tectonique. Ces tensions se cristallisent en particulier sur un homomorphisme entre les enveloppes architecturales et les surfaces de la modélisation numérique, ainsi qu'à travers une résurgence de l'ornement, qui s'établit « en tant qu'entité distincte des articulations tectoniques[3] ». En 1998, William Mitchell s'appuie sur la dimension tectonique de la construction pour définir, de manière symétriquement inverse, la dimension virtuelle de l'architecture numérique : ce qui est numérique est précisément ce qui n'est pas tectonique[4].

Au tournant des années 2000, la réalisation de plusieurs projets d'envergure engendre une prise de conscience du potentiel de la transition numérique pour les pratiques constructives[5]. En 2004, l'ouvrage *Digital Tectonics* rassemble un corpus de projets et de contributions théoriques visant à faire état d'une « nouvelle sensibilité » pour la structure, la fabrication et les matériaux, en rupture avec la « sensibilité postmoderne célébrant les propriétés scénographiques et les effets de surface » des premières expérimentations numériques. Les auteurs identifient ce « tournant structurel » à un « changement de paradigme » dans la culture architecturale : un « nouvel esprit de collaboration » entre architectes et ingénieurs basé sur le partage des mêmes outils numériques[6]. Cette apparente conciliation entre numérique et tectonique peut, selon nous, être interprétée comme un redéploiement de l'opposition usée entre virtuel et matériel, à travers une tension renouvelée entre performativité et expression tectonique. Opposant les procès de simulation à la valeur traditionnelle de représentation de la figuration architecturale, l'instrumentalité des outils infographiques constituerait le plan d'incidence à travers lequel s'effectue le glissement vers cette nouvelle antinomie, moins radicale, mais restreignant tout autant la capacité de penser les qualités matérielles d'un projet à partir du rapport entre une occurrence dessinée du projet et l'occurrence construite qu'elle anticipe.

Simulation et représentation

Sur le plan conceptuel, la notion de simulation s'oppose à celle de représentation. La représentation d'un objet « présente systématiquement des écarts et des ambiguïtés entre signe et réalité […] », explique David R. Scheer. « Plutôt que d'accepter et d'exploiter cette différence, la simulation remplace la réalité par la manière dont elle est

perçue[7]. » La simulation s'appuie sur un modèle mathématique pour reproduire les propriétés d'un élément ou la perception qu'il fournit, mais selon des moyens qui diffèrent radicalement de ceux par lesquels cette expérience ou ces propriétés sont produites en réalité.

Du point de vue de l'anticipation de la construction par le projet, la simulation constitue une inversion du rapport entre expérience et modèle tel qu'il existe à travers la figuration architecturale traditionnelle. Alors que la représentation fonctionne de manière suggestive, c'est-à-dire comme « généralisation d'expériences antérieures », la simulation « détermine par avance le type d'expérience qu'il est possible d'avoir »[8]. Selon Scheer, il est toujours possible de retracer la genèse des signes qui constituent un système représentationnel. Au contraire, « la simulation est anti-génétique. Ses objets sont privés d'origine et de développement[9] ».

En rendant accessibles les procédures d'analyse et d'optimisation, la simulation numérique élargit le champ d'application de la notion de performance à la planification du chantier et de l'empreinte énergétique du bâtiment. Ce renforcement du rôle attribué aux critères performatifs à travers l'élaboration du projet s'effectue, selon Scheer, au détriment d'autres critères. « La beauté, si l'on peut dire, de la simulation consiste à faire apparaître la performativité comme allant de soi dans la mesure où elle exclut par nature tous les aspects de l'expérience du réel auxquels des critères de performances ne s'appliquent pas[10]. » Le bâtiment apparaît ainsi non plus comme le résultat d'un processus de construction, mais comme un système déterminé par un ensemble de phénomènes techniques. « La focalisation croissante sur la performance des édifices influence les pratiques de la conception architecturale en brouillant les distinctions entre géométrie et analyse et entre performance et apparence[11] » explique Branko Kolarevic.

1- Kolarevic (Branko) et Malkawi (Ali), *Performative Architecture: Beyond Instrumentality*, Spon Press, New York, 2005.

2- Picon (Antoine), *Culture numérique et architecture : une introduction*, Birkhäuser, Basel, 2010, p. 46.

3- *Ibid.*, p. 138.

4- Mitchell (William J.), *City of Bits : Space, Place, and the Infobahn*, Cambridge (Mass.), MIT Press, 1995. Voir aussi Mitchell (William J.), « Antitectonics: The Poetics of Virtuality », dans Beckmann (John) (éd.),*The Virtual Dimension*, Princeton Architectural Press, New York, 1998.

5- On peut citer par exemple le musée Guggenheim de Bilbao par Frank Gehry (1993-1997) et la couverture vitrée de la cour du British Museum par Sir Norman Foster (1997-2000).

6- Williams (Chris), Leach (Neil), Turnbull (David), *Digital Tectonics*, Wiley-Academy, Chichester, 2004, p. 4.

7- Scheer (David R.), *The Death of Drawing: Architecture in the Age of Simulation*, Routledge, New York, 2014, p. 34.

8- *Ibid.*, p. 43.

9- *Ibid.*, p. 35.

10- *Ibid.*, p. 39.

11- Kolarevic (Branko), « Prologue », dans Malkawi (Ali), Kolarevic (Branko) (éd.), *Performative Architecture, Beyond Instrumentality*, Spon Press, New York, 2005, p. 3.

« Matérialisation » numérique et traduction constructive

L'opposition du paradigme performatif aux valeurs représentationnelles de la tectonique est formulée de manière explicite dans les travaux de Rivka et Robert Oxman visant à asseoir la définition d'une « tectonique numérique » sur la conception de « systèmes matériels innovants[12] ». Opposant « la médiation numérique de ces systèmes matériels » à « l'acception moderne de la "nature des matériaux" », ils redéfinissent la notion de motif tectonique en tant que système algorithmique simulant les caractéristiques physiques et le comportement d'un système matériel. « La tectonique numérique n'est pas un ordre représentationnel, mais un réseau de relations. Contrairement à la tectonique moderne, elle ne décrit pas les relations entre des objets physiques, mais un réseau de relations analogues à la structure de contraintes d'un modèle algorithmique[13]. » Cette assimilation du modèle tectonique à un modèle paramétrique subordonne l'hypothèse tectonique au fonctionnement instrumental des procédures de modélisation numérique. Dans cette définition, l'expression tectonique n'est plus fondée sur l'ordre de représentation symbolique, mais sur un ordre opérationnel déterminé par le calcul informatique. Les auteurs désignent la conception numérique d'un système matériel comme un processus de « matérialisation », qu'ils opposent au « sens traditionnel de la traduction d'une représentation *a priori* d'un édifice sous sa forme matérielle ». Plus près des enjeux professionnels que les Oxman, Richard Garber présente la modélisation intégrative[14] comme « un changement de paradigme, caractérisé par une évolution depuis un passage "du possible au réel" (processus de conception traditionnelle), à un passage "du virtuel à l'actuel" (modélisation intégrative)[15] ». Selon Garber, dans ce nouveau paradigme, « l'interprétation n'est plus requise, car les modèles intégratifs sont déjà intrinsèquement réels[16] ».

Les enjeux potentiels que le transfert du projet entre dessin et construction présenterait, en tant que traduction, pour la constitution d'une pensée constructive sont ici neutralisés, ou du moins déportés à travers un processus reposant strictement sur la simulation. L'association des pratiques numériques à un refoulement de la valeur de représentation ainsi que des procédures heuristiques et interprétatives qui s'appuient sur elle constitue une rupture radicale vis-à-vis du rapport que la pensée constructive a entretenu avec les pratiques de la figuration architecturale tout au long de son développement historique.

Restaurant Georges, Centre Georges-Pompidou (1998-2000)

Le motif de déformation tridimensionnelle d'une grille orthogonale apparaît avec le projet du restaurant Georges, au 6e étage du Centre Georges-Pompidou. N'ayant pas la possibilité de s'arrimer aux parois ou au plafond, les architectes décident de matériali-

ser au sol la trame de 80 cm x 80 cm que Piano et Rogers ont utilisée pour régler le dessin de la structure et des façades. Au niveau conceptuel, le projet consiste en un soulèvement de ce sol artificiel formant quatre poches, aux formes souples et irrégulières, à l'intérieur desquelles sont glissés les différents programmes du restaurant : cuisine, toilettes, bar, salle privée. L'intrados de ces volumes est réalisé en caoutchouc offrant une surface lisse et colorée. L'extrados présente un fini en aluminium, similaire à celui des dalles du sol. Les lignes du dallage sont poursuivies sur la surface des coques, soulignant visuellement l'effet de déformation de la grille orthogonale.

La surface du sol, modélisée dans le logiciel Rhinoceros 3D par une surface NURBS[17], est déformée au moyen d'un réseau de points. Les lignes de subdivision de la surface, correspondant à la grille de 80 cm x 80 cm, sont infléchies suivant les modulations apportées à la surface. Habituellement utilisées dans le logiciel pour faciliter la visualisation des surfaces, les lignes de subdivision n'assurent aucune fonction d'analyse ou de rationalisation géométrique. Elles assurent le même rôle, pour la perception du résultat construit, que dans le modèle numérique, celui de souligner la courbure d'une surface pour en rendre la perception plus immédiate.

La conception structurelle, la préfabrication et la mise en œuvre de ces objets ont nécessité le savoir-faire d'une entreprise spécialisée en construction navale, outillée en machines de découpe à commande numérique. La charpente est composée de membrures courbes en aluminium, entrecroisées suivant des plans horizontaux et verticaux. Elle reçoit des panneaux soudés, également en aluminium, dont le calepinage a été étudié de manière à réduire les différences de courbure pour chaque panneau. Il y a donc superposition de trois ordres géométriques distincts : celui de la charpente, celui des panneaux et celui des lignes de subdivision. La charpente est dissimulée dans l'épaisseur entre intrados et extrados. Les joints entre les panneaux ont été effacés par brossage. Seules les lignes de subdivision, qui ont été gravées une fois les sections préassemblées, sont visibles.

12- Oxman (Rivka), Oxman (Robert), *Theories of the Digital in Architecture*, Routledge, New York, 2014, p. 277.

13- *Ibid.*, p. 223.

14- Nous utilisons modélisation intégrative afin de traduire le terme anglais *Building Information Modeling* (BIM). *Intégratif* renvoie à la fois à la compilation d'informations de différentes natures au sein d'un modèle et à la portée collaborative impliquée par la mise en œuvre des pratiques BIM.

15- Garber (Richard), « Optimisation Stories, The Impact of Building Information Modeling on Contemporary Practice », [2009], dans Carpo (Mario) *The Digital Turn in Architecture : 1992-2012*, John Wiley & Sons Ltd, coll. AD Reader, Chichester, 2013, p. 230.

16- *Ibid.*, p. 239.

17- *Non Uniform Rational Basis Spline*. Définition mathématique d'une surface basée sur des courbes de Bézier permettant de générer des surfaces complexes avec un minimum de points de contrôle.

Cette disjonction entre la géométrie propre à la construction et la géométrie correspondant à un modèle idéalisé de la construction constitue un motif récurrent dans l'histoire de l'architecture. La façade du Palais des Études de l'École des Beaux-Arts de Paris, réalisé en 1839 par Félix Duban, présente une condition similaire. Les joints d'appareillage réels sont dissimulés et remplacés par l'image d'un appareil idéalisé sculpté à travers la façade. Les arcs des fenêtres semblent découpés dans le mur sans que son ordre structurel en soit affecté. L'usure et les restaurations successives ont fait réapparaître le dessin des voussoirs qui se superpose à l'ordre constructif idéal, exempt de la gravité, imaginé par Duban.

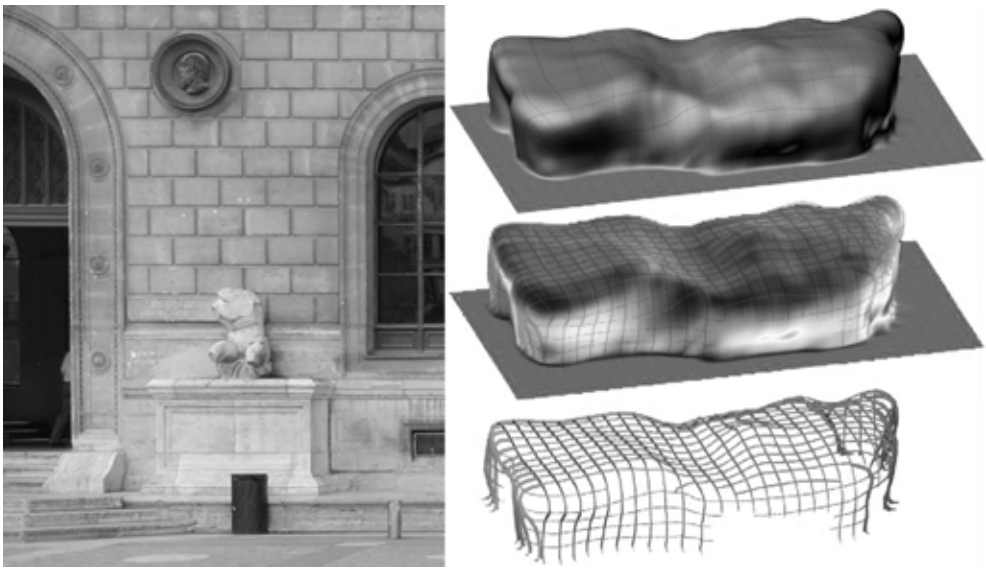

Fig. 1 : Duban (Félix), Palais des Études de l'École des Beaux-Arts de Paris, 1839 ; Jakob + Macfarlane, restaurant Georges, Paris, 1998-2000. Montage par l'auteur.

Docks en Seine, Cité de la Mode et du Design (2005-2008)

Le projet de Jakob + Macfarlane pour installer la Cité de la Mode et du Design dans la structure des anciens magasins généraux du quai d'Austerlitz s'appuie sur une stratégie de conception similaire. Les architectes définissent une grille à partir de la trame structurelle de l'édifice existant, qui est ensuite déformée de manière à constituer la géométrie de l'extension. Construits par l'ingénieur Georges Morin-Goustaux en 1906, les magasins généraux figurent parmi les premières structures de type poteaux poutres réalisées en béton armé. Composés de douze pavillons identiques de trois niveaux, 40 m x 40 m x 15 m, soit un total de 480 m, ils permettaient le transbordement entre les trans-

ports maritime, ferré et routier. Les dimensions exceptionnelles et le caractère répétitif du système constructif, dépourvu de façade, font de cette infrastructure « un prototype de l'architecture rationaliste [18]» qui caractérisera en partie le mouvement moderne.

Les architectes subdivisent la trame[19] de chaque pavillon de manière à obtenir une grille d'un pas de 2,50 m, appliquée en façade et en toiture. Les lignes horizontales de cette grille sont démultipliées suivant un algorithme de division arborescente à sept branches. Le réseau de lignes ainsi obtenu est ensuite déformé hors du plan, de manière à ménager l'espace nécessaire pour les circulations verticales.

Structurellement, les lignes verticales de la grille correspondent à des poutres dressées, composées d'une membrure rectiligne, fixée à la structure en béton, et d'une membrure facettée suivant la géométrie de la façade. Celles-ci ont été préfabriquées par l'entreprise Eiffel, en tubes d'acier de 16,8 cm de diamètre, découpés et soudés au moyen de machines à commande numérique. Les lignes horizontales, correspondant aux pannes, sont réalisées au moyen de tubes boulonnés permettant un montage plus facile. Une platine, soudée sur ces tubes, reçoit les panneaux de verre sérigraphiés. Des capots métalliques sont ajoutés au nu extérieur du vitrage, au droit des pannes, de manière à souligner les lignes horizontales de la structure.

Bien qu'elle s'impose par une rupture radicale avec la matérialité du béton armé, la charpente apposée contre la structure parvient à *faire façade* sans pour autant perturber la lecture de la structure existante ; elle en souligne même la répétitivité. Cet effet est dû à l'ordre géométrique de l'enveloppe, qui s'articule sur celui de la structure, bien plus qu'aux éléments vitrés de l'enveloppe qui permettent d'entrevoir les montants recouverts par transparence. Le *plug-over* peut ainsi être interprété comme un élément textile suspendu, conformément au principe de revêtement (*Bekleidung*) formulé par Gottfried Semper. « Hanging carpet remained the true walls [...]. The

18- Migayrou (Frédéric), « Les trames de l'intrication », dans Migayrou (Frédér ic) et Jakob + MacFarlane, *Jakob + Macfarlane : Les Docks*, Éditions HYX, Orléans, 2011, p. 14.

19- A/B/B/B/B/A où B = 7,50 m et A = 5 m. L'extrémité du pavillon correspond à la moitié d'une travée de 10 m pour le passage des camions.

often solid walls behind them were necessary for reasons that had nothing to do with the creation of space[20]. » Selon ce principe, le revêtement d'un mur contribue à révéler, au niveau symbolique, les éléments constructifs qu'il dissimule.
L'utilisation d'une trame de 2,50 m, correspondant à un dédoublement des montants verticaux, peut être rapprochée de l'usage qu'en fait Louis Sullivan dans le Wainwright Building en 1890. L'historien Roberto Gargiani démontre qu'un montant sur deux y est « faux », du point de vue constructif, et ne sert qu'à exprimer visuellement la verticalité de l'édifice[21]. Ce subterfuge est révélé par le rythme de la fenestration à la base de l'édifice qui indique l'absence de descente de charge. D'une manière similaire, la démultiplication des montants verticaux à travers la charpente métallique de la façade renforce l'expression symbolique de la fonction porteuse assurée par le système constructif en béton armé.

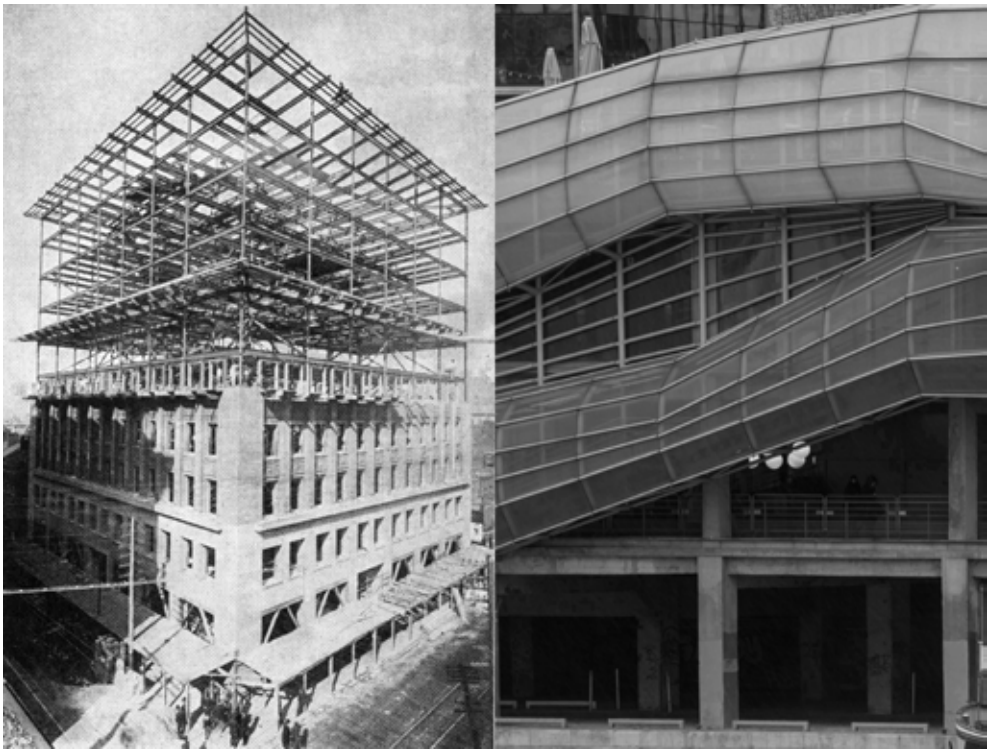

FIg. 2 : Sullivan (Louis), Wainwright Building, St. Louis, 1890 ; Jakob + Macfarlane, Docks en Seine, Paris, 2005-2008. Montage par l'auteur.

Les Turbulences - Frac Centre (2006-2013)

Intitulé Les Turbulences, le projet de Jakob + Macfarlane pour le Frac Centre consiste en un pavillon d'accueil situé à l'articulation de trois édifices patrimoniaux. Ces derniers sont réhabilités afin d'accueillir les collections du fonds. D'un seul volume, le pavillon contient la billetterie, une librairie et une salle de projection. Un quatrième corps de bâtiment a été détruit afin d'ouvrir la cour intérieure sur la rue et de conférer au pavillon un statut de signal urbain. Une de ses caractéristiques architecturales les plus marquantes est la continuité des tracés géométriques entre l'esplanade et les façades du pavillon, qui produit l'impression d'une extrusion du bâtiment depuis le sol.

L'origine de ce parti formel réside dans le léger angle entre les deux corps de bâtiment situés de part et d'autre du pavillon. Deux grilles orthogonales, ajustées sur la trame structurelle de chaque bâtiment, entrent virtuellement en collision au centre de la cour. Cette condition, d'où le projet tire son nom, constitue l'amorce d'un travail de modélisation visant à rétablir une continuité topologique entre ces deux grilles par un jeu de déformations tridimensionnelles. Le résultat de ces opérations est un réseau de lignes qui occupe l'ensemble de la surface non bâtie de la parcelle et qui culmine en trois points hauts, correspondant aux différents programmes de l'espace d'accueil. Le déplacement des points a d'abord été effectué manuellement, jusqu'à obtenir la configuration voulue. Puis un algorithme itératif a été utilisé, déplaçant infinitésimalement chaque point du réseau de manière à obtenir un ensemble de faces trapézoïdales planes.

Le bâtiment est porté par une charpente métallique autostable et articulée en pied, réalisée en tubes d'acier mécanosoudés. Ces tubes ont exactement le même diamètre que ceux des Docks en Seine, alors que leur épaisseur varie en fonction de la charge. La fabrication et le montage de la structure ont constitué un tour de force constructif, rendu possible par la combinaison d'un processus de fabrication numérique ad hoc avec le savoir-faire artisanal de l'entreprise en charge de réaliser la charpente métal-

20- Semper (Gottfried), « Structural Elements of Assyrian-Chaldean Architecture [1850] », manuscrit publié dans Hermann (Wolfgang), *Gottfried Semper: In Search of Architecture*, MIT Press, Cambridge (Mass.), 1984, p. 205.

21- Gargiani (Roberto) et Fanelli (Giovanni), *Histoire de l'architecture moderne : structure et revêtement*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2008, p. 21.

lique[22]. Les nœuds de la charpente joignent quatre tubes, positionnés dans des plans distincts, selon une configuration chaque fois différente. La découpe des profils en *gueule-de-loup* à l'aide d'une fraiseuse numérique ainsi que les soudures de chaque nœud ont été réalisées en atelier. Préassemblée, la charpente a été découpée en section avant d'être remontée sur le chantier, suivant un ordre de montage précis destiné à limiter les déformations. Les écarts entre la réalisation et le modèle de la charpente ont été relevés au moyen d'un scanner laser à balayage tridimensionnel. Cette comparaison a été utilisée pour adapter la géométrie des platines de fixation, afin de maintenir un seuil de tolérance acceptable pour la pose du bardage.

Deux maquettes du projet ont été réalisées par stéréolithographie. La première figure les segments du réseau filaire par des tiges d'une épaisseur minime. Dans la seconde, ce réseau est figuré par une surface pleine, à travers laquelle la géométrie est marquée par des sillons. La différence de traitement entre l'intérieur et l'extérieur du pavillon peut être interprétée à partir de la dualité introduite par ces deux représentations du projet.

La charpente reçoit une enveloppe composite dont le bardage est composé de plusieurs panneaux caissons en aluminium pour chaque face. Les joints entre les panneaux de différentes faces correspondent aux segments du réseau filaire. Légèrement plus étroits, les joints entre les panneaux d'une même face correspondent aux lignes de subdivision permettant de visualiser la surface dans le logiciel. L'esplanade autour du pavillon est réalisée en béton coulé sur place. Des sillons creusés à même le béton, faisant office de joints de dilatation, prolongent la géométrie du pavillon sur toute la surface de l'esplanade. Des panneaux en béton préfabriqué assurent la jonction des parois du pavillon avec le sol de l'esplanade.

Le retournement entre le sol artificiel de l'esplanade et le bâtiment correspond au motif technique symbolique du *terrassement* dans la catégorisation de Gottfried Semper, où à la notion de *earthwork* dans la tectonique de Kenneth Frampton. La substitution progressive du métallique au minéral est contrebalancée par la continuité visuelle du tracé géométrique, créant un arbitrage subtil entre l'ancrage topographique de l'édifice et son élévation au-dessus du sol. Le rôle joué par ce dispositif architectural de retournement est équivalent au rôle joué par le podium dans l'architecture classique.

Depuis l'extérieur, la charpente métallique est entièrement dissimulée, à l'exclusion des deux découpes dans la surface qui correspondent aux entrées du bâtiment. Le nu intérieur est habillé de panneaux de bois qui laissent apparaître les tubes de la charpente. Au niveau des deux soulèvements les plus hauts, celle-ci est dédoublée, découpant un espace cylindrique dans le volume intérieur. Suspendus entre les tubes, les panneaux de revêtement en bois définissent des surfaces uniformes, soulignant le dessin de la charpente.

Cette configuration correspond à l'articulation des motifs sempériens de la charpente (*tekton*) et du *textile*. Cet effet de suspension confère à l'espace intérieur l'apparence d'une tente, qui constitue, dans le système théorique de Semper, le prototype à l'origine

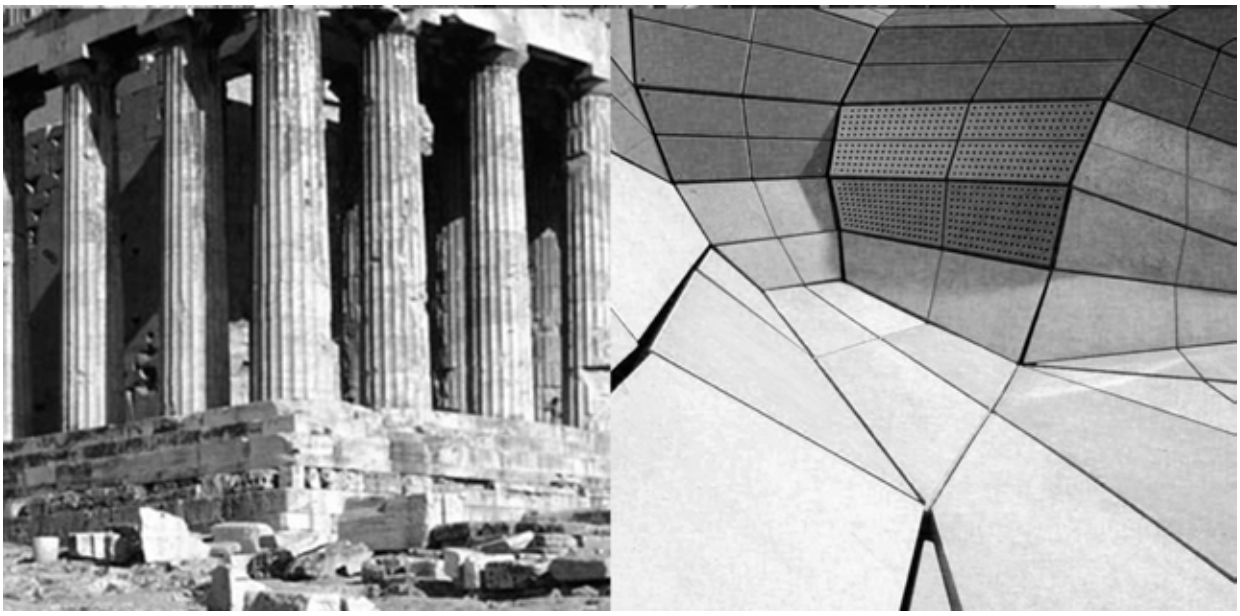

Fig. 3 : Le Parthénon, Athènes, vers 440 av. J.-C. ; Jakob + Macfarlane, Les Turbulences - Frac Centre, Orléans, 2006-2013. Montage par l'auteur.

de la construction. La grande salle de la Bibliothèque nationale de France, achevée par Henri Labrouste en 1875, présente un effet similaire, obtenu par la combinaison de colonnes élancées en fer forgé, du calepinage des panneaux évoquant un motif textile, et de la substitution de la clé de voûte par un oculus. Selon Frampton, « cet espace est conçu comme un vélarium romain, c'est-à-dire comme un espace éclairé zénitalement […]. Il est destiné à évoquer une membrane tendue, suspendue au-dessus d'une cour antique pour la protéger du soleil estival[23] ».

Conclusion

L'opération de conception première dans ces projets est l'établissement d'une grille orthogonale. Celle-ci constitue une stratégie d'ancrage, au niveau symbolique, s'appuyant sur la géométrie pour inscrire le projet aussi bien

22- Lemonier (Aurélien), « Orléans, Paris, Grenoble, Épinac », dans Jakob + Macfarlane, *Les Turbulences -Frac Centre*, Éditions HYX, Orléans, 2013, p. 23-28.

23- Frampton (Kenneth), *Studies in Tectonic Culture, The Poetics of Construction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture*, The MIT Press, Cambridge (Mass.), 1995, p. 48.

Fig. 4 : Labrouste (Henri), Bibliothèque nationale de France, Paris, 1875 ; Jakob + Macfarlane, Les Turbulences - Frac Centre, Orléans, 2006-2013. Montage par l'auteur.

physiquement dans son environnement immédiat que culturellement par rapport à un contexte historique.

La logique opérationnelle qui préside à la déformation de cette grille répond à une anticipation perceptuelle, visant à déterminer l'apparence du résultat construit, et non pas à une anticipation technique, comme dans le cas d'une optimisation formelle basée sur la simulation. Le processus d'optimisation algorithmique, permettant d'obtenir la planéité des facettes dans le cas des Turbulences, peut être interprété comme une volonté d'arriver à une élégance géométrique des contours du bâtiment.

Il est notable que, dans ce dernier projet, un même procès numérique soit à l'origine de deux expressions constructives particulièrement différenciées. La légèreté de la membrane intérieure offre un contraste significatif avec la dimension presque tellurique de la façade qui semble avoir émergé depuis le sol. On peut identifier, à travers les projets précédents, deux trajectoires de développement des moyens mis en œuvre pour assurer le transfert de la géométrie du logiciel à la géométrie construite, qui correspondent à la genèse de chacune de ces expressions. La première de ces trajectoires va de la ligne gravée à la surface des coques lisses du restaurant Georges à un travail sur le calepinage des panneaux et l'épaisseur des joints dans les Turbulences. La seconde va de la charpente composite et suspendue des Docks en Seine à la charpente tubulaire et auto-stable des Turbulences. Dans chacun des cas, la définition des systèmes constructifs, bien que particulièrement complexe sur le plan technique, est orientée par la vo-

lonté de donner à voir, au moyen de la forme construite, la géométrie spécifique issue du processus numérique de déformation.
L'identification de ces trajectoires montre que la recherche d'une expression tectonique qui soit infléchie par les processus numériques de la conception architecturale peut également être appuyée sur la valeur de représentation des modèles numériques. Il revient aux concepteurs d'inventer les méthodes qui leur permettront d'articuler cette recherche d'une expression tectonique avec le fonctionnement instrumental de la simulation numérique et des procédures de calcul algorithmiques.