Anticrise architecturale
Analyse d’une discipline immergée
dans un monde numérique

Anticrise architecturale
Analyse d'une discipline immergée dans un monde numérique

sous la direction de Damien Claeys

PUL PRESSES UNIVERSITAIRES DE LOUVAIN

Collection *forma loci* dirigée par Jean Stillemans

© Presses universitaires de Louvain, 2021
Louvain-la-Neuve (Belgique)
http://pul.uclouvain.be
Dépôt légal : D/2021/9964/23
ISBN : 978-2-39061-142-4
ISBN pour la version numérique (pdf) : 978-2-39061-143-1
Imprimé en Belgique par CIACO scrl – n° d'imprimeur : 102124

Illustrations de couverture : Damien Claeys
Graphisme : Nicolas Lorent

Tous droits de reproduction, d'adaptation ou de traduction, par quelque procédé que ce soit, réservés pour tous pays, sauf autorisation de l'éditeur ou de ses ayants droit.

Conformément aux prescriptions légales, l'éditeur s'est efforcé de régler les droits d'auteur liés à l'iconographie. Les détenteurs de droits qu'il n'aurait pu retrouver malgré ses recherches sont priés de se faire connaître afin de satisfaire au plus tôt à la législation en la matière.

Diffusion : www.i6doc.com, l'édition universitaire en ligne
Sur commande en librairie ou à
Diffusion universitaire CIACO
Grand-Rue 2/14 - 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique
Tél. +32 (0)10 47 33 78
duc@ciaco.com
Distributeur pour la France :
Librairie Wallonie-Bruxelles
Rue Quincampoix 46 – F-75004 Paris, France
Tél. +33 (0)1 42 71 58 03
librairie.wb@orange.fr

Remerciements

Aux contributeurs de cet ouvrage notamment pour la bienveillance dont ils ont fait preuve face à la longueur et aux aléas du processus éditorial,

À la Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (LOCI) de l'Université catholique de Louvain (UCLouvain) pour son soutien,

À Jean Stillemans pour la rigueur de son investissement dans la mise sur pied de la collection forma loci,

À Brigitte de Terwangne pour la constance avec laquelle elle accompagne de manière sérieuse et engagée les publications facultaires,

À Nicolas Lorent pour la qualité de son travail graphique, pour l'émulation positive qu'il suscite et pour sa motivation et sa patience à toute épreuve.

TABLE DES MATIÈRES

#01 D'une crise de légitimité à la potentialité d'une anticrise 11
Damien Claeys

#02 Entretien avec Antoine Picon : entre réel et imaginaire à l'ère du numérique 21
Antoine Picon, Jean Stillemans, Damien Claeys

#03 L'objet-champ : autonomie et imprévisibilité dans la conception architecturale numérique 41
Samuel Bernier-Lavigne

#04 Évolution des milieux de la fabrication numérique 59
Sébastien Bourbonnais

#05 L'architecture en crise ou pouvoir et limites des fables 75
Anne Cauquelin

#06 Matérialité et tectonique digitales : impact sur le processus de conception 91
Jean-Pierre Couwenbergh

#07 On Gilbert Simondon's Techno-aesthetic 105
Georges Teyssot

#08 La conception architecturale à l'heure du *like* 129
Éric Le Coguiec

#09 La complexité dans la pratique architecturale numérique : le cas des bureaux belges de petite et de moyenne taille 143
Adeline Stals, Sylvie Jancart, Catherine Elsen

#10 Entre cogitation et computation : comment déjouer l'obsolescence programmée de l'architecte ? 157
Damien Claeys

#11 Discontinuités et indéfinitions : lieux et traces 177
Frédéric Andrieux

#12 La portée de l'empathie en architecture : du processus de conception architecturale à l'expérience de l'usager, et retour 211
Anne Tüscher

#13 Building *translation* modeling 223
Louis Destombes

#14 Architecture et pratiques orientées sur les données : pour un décloisonnement du BIM et du design computationnel 237
Aurélie de Boissieu

#15 Construction historique de la figure de l'architecte : mythe analogique et fiction numérique 249
Damien Claeys

#01

D'UNE CRISE DE LÉGITIMITÉ À LA POTENTIALITÉ D'UNE ANTICRISE

Damien Claeys

À une époque où notre civilisation semble en crise, notamment par l'augmentation des inégalités sociales et par l'imminence d'un crash écologique globalisé, la numérisation généralisée du réel est à l'origine de nombreuses mutations individuelles, sociétales et environnementales. Espérée ou non, l'influence du numérique sur nos sociétés est tellement forte qu'il est nécessaire de la questionner en profondeur – avec le moins d'*a priori* possible – pour comprendre si, derrière tous les avantages et les défauts attribués aux processus de digitalisation, il serait possible de tirer parti de ces outils de discrétisation du réel pour révolutionner de manière positive les dérives sous-jacentes à l'organisation actuelle de nos civilisations.

Actuellement, le périmètre de la discipline architecturale semble être défini par le truchement d'une crise de légitimité structurelle. Mais la situation pourrait changer. Au sein même de cette fragilité statutaire, les architectes – par leur potentiel créatif – pourraient devenir les acteurs d'une anticrise plus globale !

DAMIEN CLAEYS

Architecte, systémicien et docteur en art de bâtir et urbanisme, Damien Claeys est professeur à la Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (LOCI) de l'Université catholique de Louvain (UCLouvain).
Il enseigne le projet, la théorie et le dessin d'architecture. Il mène des recherches historiques, critiques et méthodologiques en conception architecturale, en théorie d'architecture et en théorie des systèmes.

À une époque où les technologies de l'information et de la communication ne sont plus considérées comme véritablement nouvelles[1], nos sociétés accordent une grande importance, à côté de la matière et de l'énergie, à une troisième ressource fondamentale : l'information. De nombreuses informations sont converties en données numériques, ce qui nous immerge dans un monde numérisé et digitalise nos relations sociales. De l'écran statique au multimédia immersif, notre réel est constamment augmenté de toutes sortes d'informations, ce qui modifie notre conception du monde, ainsi que la manière dont nous élaborons nos connaissances, nous prenons nos décisions et nous menons nos actions.

Dans ce contexte, le développement de l'intelligence artificielle rend possible le remplacement de la main-d'œuvre humaine par une armée de robots sophistiqués capables – dans une certaine mesure – d'autoréplication et d'autoapprentissage lorsqu'ils forment des réseaux. Les avantages paraissent évidents : les algorithmes prennent des décisions *quasiment* optimales, indépendantes de tout facteur humain ; les ordinateurs prennent moins de place dans un bureau et coûtent moins cher que les employés ; les *big data*, abrités dans les *data centres*, concurrencent les archives des bibliothèques ; les programmes opèrent des tâches complexes, comme traduire des textes ou jouer aux échecs ; les voitures sont rendues autonomes par des réseaux de capteurs et des systèmes de sécurité ; des machines apprenantes automatisent de nombreuses tâches logistiques ; les *global positioning systems* géolocalisent avec précision et tracent les itinéraires ; les drones relèvent des terrains et construisent des bâtiments…

1 Les NTIC sont appelées aujourd'hui les TIC, traduction de l'expression anglaise *Information and Communication Technologies* (ICT) pour désigner le domaine de la télématique, mot-valise associant *télécommunication* et *informatique* introduit en français dans le rapport sur *L'informatisation de la société* (Nora & Minc, 1978).

Dans notre *knowledge society* (Drucker, 1968)[2], les objets qui nous entourent sont connectés entre eux et ils semblent même devenus intelligents. Alors que des machines pratiquent le *deep learning* pour apprendre par elles-mêmes, les *smart phones* gèrent les communications et les images, les contacts et les agendas, tout en modifiant les modalités du vivre-ensemble ; les *smart buildings* optimisent les consommations en énergie et le confort de leurs habitants ; les *smart cities* régulent automatiquement les flux urbains…

Les technologies de traitement et de diffusion de l'information virtualisent toujours plus notre rapport à nous-mêmes et à la société, tandis que la robotisation progressive de notre environnement nous rend dépendants de multiples prothèses numériques munies d'intelligence artificielle (depuis le thermostat, en passant par la machine à laver et l'ordinateur, jusqu'au robot). Si bien qu'un simple *black-out* général entraînerait un effondrement global de notre société.

La domination du monde par un champ scientifique multidisciplinaire unifié, à la rencontre des nanotechnologies, des biotechnologies, de l'informatique et des sciences cognitives (NBIC) – financé par les géants du numérique[3] –, est régulièrement dénoncée parce qu'il exacerberait deux postures antagonistes. D'un côté, une aspiration globalisante transhumaniste[4], ayant pour objectif explicite la transformation de l'*homo sapiens* en « *homo deus* » (Harari, 2015) : immortel, heureux et divin[5]. Au point que l'ombre de l'eugénisme ressurgit. De l'autre, une assimilation progressive

2 À partir de travaux menés depuis les années 1930 autour des changements dans l'organisation du travail menant au néolibéralisme, le professeur en management américain d'origine autrichienne Peter F. Drucker (1968) propose l'expression « *knowledge society* » [société de la connaissance] lorsqu'il affirme que la connaissance est devenue un « *central capital* » [capital central] des entreprises, une « ressource cruciale pour l'économie » rendant secondaires – sans les faire disparaître – les ressources naturelles, le travail et le capital. La *connaissance* dont Drucker parle n'est pas l'information figurant dans un livre comme une donnée inerte, mais l'information appliquée par l'être humain pour faire quelque chose, pour encourager l'innovation dans les entreprises. Dans les années 1960, en informatique, une distinction s'opère également entre les fabricants de machines (plutôt industriels) et les développeurs de logiciels (capitalisations à partir de l'intelligence humaine). Actuellement, les penseurs de la société de la connaissance tentent notamment d'intégrer dans leurs modèles les médias numériques, la mutualisation des connaissances, l'éducation et la participation citoyenne.

3 L'acronyme GAFAM est régulièrement utilisé pour désigner une première génération de géants du Web qui représentent l'économie du début du XXIe siècle et qui incarnent le passage à l'ère numérique (Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft). Tandis que l'acronyme NATU désigne une seconde génération de géants du numérique, contestant la première et reposant sur des modèles économiques différents (Netflix, Airbnb, Tesla, Uber). Plus récemment, l'acronyme BATX désigne les géants du Web chinois (Baidu, Alibaba, Tencent, Xiaomi).

4 Le transhumanisme est un mouvement international controversé qui vise l'amélioration de la condition humaine par l'usage de la science et de la technique menant au perfectionnement des propriétés physiques et mentales des êtres humains (H) pour en faire des posthumains (H^+).

5 Selon l'historien israélien Yuval Noah Harari (2015), maîtrisant dans une large mesure les trois principales préoccupations qui le hantaient depuis des milliers d'années (la famine, l'épidémie, la guerre), l'*homo sapiens* doit déterminer ce qu'il va placer au premier rang de ses priorités. Selon Harari, les trois prochains objectifs de l'*homo sapiens* pourraient être l'immortalité, le bonheur et la divinité.

de la machine numérique à un *deus ex machina* opportuniste[6], dernier acteur jugé capable de réguler la complexité des relations tissées entre les humains et l'environnement dans lequel ils habitent. Si bien que l'obscurantisme revient en force lorsque le numérique favorise l'émergence d'un sentiment religieux à l'égard de l'intelligence artificielle[7].

En effet, la place prépondérante de l'information est supportée par une véritable « silicolonisation » (Sadin, 2016) progressive du monde – grande consommatrice de matière et d'énergie – qui nécessite au minimum un repositionnement critique au début de ce XXI^e^ siècle.

Des études scientifiques annoncent, à brève échéance, la disparition de nombreux métiers au profit de métiers qui combinent « créativité », « intelligence sociale » et « manipulation » (Bakhshi, Benedikt Frey, Osborne, 2015)[8]. Les uns affirment que le monde est dirigé par une « *creative class* » à la fois urbaine, mobile, qualifiée et connectée, dont les membres sont les seuls capables de combiner talent, technologie et tolérance (Florida, 2002)[9]. Certains spéculent même sur l'existence prochaine d'un « quotient de complémentarité avec l'intelligence artificielle » pour sélectionner les travailleurs de ces nouveaux métiers qui nécessiteront des compétences d'« adaptabilité », de « flexibilité neuronale » et d'« apprentissage » (Alexandre, 2017).

Hors des prédictions dramatiques des futurologues et des prospectives tâtonnantes des scientifiques, cette situation de « destruction créative » (Schumpeter, 1942)[10], hantée par l'inévitable crash écologique qui nous

6 Dans les tragédies grecques de l'Antiquité, la locution latine *deus ex machina* (dieu sorti de la machine) désigne l'entrée en scène impromptue d'une divinité par l'usage d'un *mèchanè* (machine) telle qu'une trappe ou une grue. Cette divinité est alors capable de dénouer de manière inattendue une situation désespérée présente dans l'intrigue, ce qui permettait au dramaturge de conclure facilement le spectacle sans pour autant respecter la logique interne de l'œuvre. Par extension, l'expression est devenue péjorative et un *deus ex machina* désigne une personne qui arrive par surprise, au dernier moment et de manière invraisemblable, pour résoudre un problème jusque-là irrésoluble.

7 Ainsi, persuadé que l'intelligence artificielle (IA) surpassera largement les humains et que cette situation lui conférera le statut d'une divinité, l'ingénieur américain Anthony Levandowski (ayant développé la voiture sans conducteur chez Google) tente de créer la première église dédiée à l'IA – Way of the Future – dont les membres pourront adorer une divinité basée sur l'IA développée à l'aide de matériel informatique et de logiciels.

8 Selon les chercheurs britanniques Hasan Bakhshi, Carl Benedikt Frey et Michael A. Osborne (2015), la profession d'architecte ferait partie des métiers classés comme les plus créatifs juste après les artistes, les musiciens, les graphistes et les acteurs.

9 « Ce livre décrit l'émergence d'une nouvelle classe sociale. Si vous êtes un scientifique ou un ingénieur, un architecte ou un designer, un écrivain, un artiste ou un musicien, ou si vous utilisez votre créativité comme un facteur clé dans votre travail dans l'entreprise, l'éducation, la santé, le droit ou une autre profession, vous êtes membre. » (Florida, 2002)

10 La « destruction créatrice » désigne un processus économique répétitif au cours duquel de nouveaux secteurs d'activité économique apparaissent conjointement à la disparition d'autres secteurs plus anciens.

guette[11], devrait mener à la création – à court terme – d'une *économie de la créativité* ayant un impact évident sur le marché de l'emploi.

Le problème n'est pas nouveau puisque tout progrès technique est capable à la fois de détruire des emplois préexistants et d'en créer de nouveaux par un processus lent de « déversement » dans d'autres secteurs économiques, celui-ci étant rendu possible grâce au gain de productivité consécutif à l'introduction de machines plus performantes (Sauvy, 1980). D'ailleurs, l'étymologie du mot *robot* suggérait déjà – sans aucune ambiguïté – que l'objectif initial de ce type de machine dotée d'intelligence artificielle était de remplacer des travailleurs humains dans des emplois associés à des tâches difficiles en leur permettant d'augmenter leur temps libre[12].

Par contre, la grande nouveauté à l'ère du tout numérique, c'est que ce processus de « déversement » n'opère plus puisque l'ordre social qui fondait le travail tel que nous le connaissons est entièrement remis en cause (Rifkin, 1995). En effet, l'automatisation des processus industriels de production, combinée à la globalisation des échanges et à la délocalisation des activités manufacturières, fragilise sans surprise les employés les moins bien formés et les moins interchangeables (Ganascia, 2017). D'après certains scénarios alarmistes, la quantité globale d'emplois disponibles diminuerait au point de polariser dangereusement la société entre une élite surqualifiée – composée de gestionnaires d'informations créatifs – et une majorité de travailleurs aux statuts précaires, dont l'employabilité diminuerait de manière inversement proportionnelle au développement des réseaux numériques. Dans cette situation de crise potentielle, pour contenir les débordements justifiés de populations aux abois, le temps de travail hebdomadaire pourrait être réduit, un revenu universel assuré et un « troisième secteur » – communautaire, solidaire et hors des logiques marchandes – devrait être développé (Rifkin, 1995). Ce troisième secteur économique pourrait préfigurer l'organisation de la société de demain.

Dans tous les cas, au-delà des hypothèses contestables du posthumain transhumaniste et de l'androïde divinisé, une réflexion critique et éthique doit être menée pour co-construire une nouvelle conception postnumérique

11 Le scientifique australien Frank J. Fenner (2010) prédit l'extinction de l'espèce humaine « dans les 100 prochaines années ».

12 Apparu pour la première fois dans la pièce de théâtre *Rossumovi univerzální roboti* [Les robots universels de Rossum] de l'écrivain tchèque Karel Čapek en 1921, le mot *robot* a été créé à partir du mot tchèque *robota* (travail, servage, corvée).

de l'humain dépassant la simple utilisation des technologies numériques par un inévitable réinvestissement de la matérialité du réel.

L'ensemble de ces phénomènes provoque des changements sociétaux, à la fois rapides, globalisés et amplifiés, qui touchent également la discipline architecturale. Au point, que notre environnement construit souffrirait d'une « crise de l'échelle » et d'une « crise de la tectonique » (Picon, 2007 ; Picon, 2010).

Mais dans une société où les machines peuvent conduire nos voitures, diagnostiquer nos maladies, analyser nos données et prendre des décisions à notre place, quelle est encore la place de l'architecture ?

La discipline architecturale est-elle vraiment en crise face à l'évolution numérique de notre société ?

Historiquement, dire que la discipline est en crise s'expliquerait parce qu'elle souffrirait d'un lent processus général d'« externalisation des compétences » (Raynaud, 2009). Les dernières étapes de ce processus sont habituellement associées aux conséquences d'une « crise économique » née « dans le sillage des deux chocs pétroliers de 1973 et 1979-1980 ». Mais derrière l'incontournable dimension économique du problème se cacherait une « crise de légitimité » beaucoup plus ancienne (Raynaud, 2009). En effet, face à une succession d'évolutions contextuelles dont le numérique est la dernière en date, cette crise existentielle est ressentie subjectivement par les concepteurs de l'environnement construit qui se coupent des réalités en prolongeant artificiellement le *mythe démiurgique* de l'architecte (Claeys, 2016). Ils se retranchent derrière l'image de cet être d'exception, à la fois artiste et homme de science, en plaçant les contingences matérielles indignes de leur savoir universel au plus bas de l'échelle de leurs préoccupations. En clair, ils ont peu intégré les disciplines connexes à la leur et ils sont restés « passifs » face à la « captation de leur marché professionnel » par d'autres, dont ils peinent à « exploiter les opportunités objectives » (Raynaud, 2009).

Étymologiquement, dire que la discipline est *en crise*[13] suggérerait que les savoirs préconstitués qui lui sont attachés et qui forment le référentiel de ceux qui la pratiquent, qui l'étudient ou qui l'enseignent ne sont plus en adéquation avec les besoins auxquels elle doit répondre dans le monde numérisé actuel. Ces connaissances ne sont donc peut-être plus en phase avec les théories, les méthodologies, les outils et les buts que les concepteurs de l'environnement construit devraient penser, appliquer, utiliser et poursuivre au XXI^e^ siècle pour garantir leur utilité professionnelle.

Socialement, dire que la discipline est en crise exprimerait l'absence totale de consensus capable de fédérer les membres qui la constituent autour de fondamentaux et d'objectifs communs. En effet, à la difficulté initiale d'acquérir la pleine conscience de l'interdépendance des phénomènes appréhendés menant à la construction d'un « réel augmenté » (Claeys, 2013), la complexité apparente de la *réalité augmentée* dans laquelle les outils numériques nous immergent rend difficile toute convergence de points de vue au sujet des connaissances à acquérir, des décisions à prendre et des actions à mener[14]. D'autant plus que ces processus nécessitent à la fois une organisation multidisciplinaire et une visée transdisciplinaire, ce qui démultiplie le nombre des éclairages, individuels et collectifs, à concilier.

Apparemment libéré des tâches répétitives et administratives assumées par des machines, le concepteur de l'environnement construit qui veut donner un avenir à sa discipline doit identifier et renforcer ses capacités créatives pour tenir compte à la fois de l'ère numérique, de l'ère de l'anthropocène[15] et de l'incertitude inhérente à notre condition humaine !

Dit de cette manière, la tâche semble insurmontable.

Néanmoins, une mise en crise volontaire de ses fondements pourrait être à l'origine d'une évolution réflexive positive de la discipline architecturale.

---

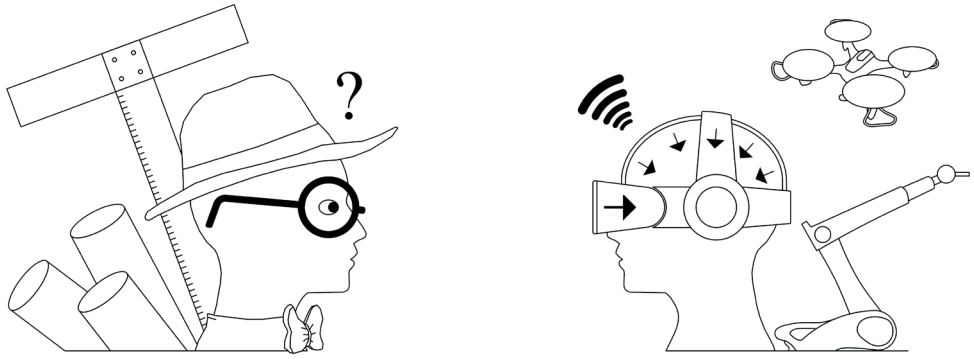
13 Le mot *crise* vient du mot grec *krisis* (jugement, décision), puis du mot latin médiéval *crisis* (manifestation grave d'une maladie). Initialement, dans une situation où un tri doit se faire parce qu'une faille est apparue dans les savoirs constitués, la *krisis* est l'action d'opérer un tri dans les informations en présence, de trancher entre des réalités antagonistes.

14 Le réel augmenté *R*' est « un double du réel co-construit par l'homme », naturellement produit par la conscience et constamment confronté au réel *R* (Claeys, 2013). Il est à distinguer de la réalité augmentée qui nécessite des moyens techniques pour surimposer des informations au réel perçu (réalité virtuelle – VR, ville augmentée…).

15 Composé des mots grecs *anthropos* (être humain) et *kainos* (récent, nouveau), le mot *anthropocène* – l'âge de l'homme – désigne une période géologique caractérisant l'époque terrestre ayant débuté lorsque les activités humaines ont eu un impact global significatif sur l'écosystème terrestre. Elle est une période de domination implacable du monde par l'espèce humaine, mais également le signe d'une fin imminente de celle-ci.

Elle serait capable alors de surmonter la « crise de légitimité » lancinante de ses membres par la redéfinition de savoirs, partagés et utiles. La potentialité de cette nécessaire remise en question justifie à elle seule l'analyse de la discipline dans son contexte d'immersion dans un monde numérisé. Actuellement, la plupart des architectes dessinent encore couramment des édifices en forme de tables modernistes, telles qu'elles ont été popularisées au début du XX^e^ siècle, agrémentées d'isolation thermique[16]. Il est donc urgent de questionner sans concession – mais sans *a priori* non plus – les processus de conception architecturaux associés à l'usage des outils numériques pour en comprendre les structures sous-jacentes et leurs enjeux éthiques au XXI^e^ siècle.

À condition d'avoir conscience de l'époque dans laquelle elle opère et des outils qu'elle utilise, la discipline architecturale – notamment par l'intermédiaire du potentiel créatif de ses membres – pourrait être l'une des actrices, décisive et positive, d'une anticrise plus globale !



△ Figure 1. Damien Claeys, *Une rencontre entre le concepteur analogique et le concepteur numérique, entre source d'étonnement et possibilité d'émulation*, 2020.

16 Et encore, après une longue et intense formation universitaire articulant des disciplines variées, développant une approche humaniste et créative de la conception de projets architecturaux capable d'apporter des solutions à des questions de fond, la plupart des architectes ne dessinent pas des tables modernistes bien isolées, ils doivent dessiner des maisons en pain d'épices tout aussi bien isolées (une architecture pavillonnaire typique, habillée de fausses briquettes collées et couverte par une toiture à double versant apprêtée avec des tuiles vernissées, entourée d'un petit jardin, parfois agrémenté de quelques nains de jardin).

RÉFÉRENCES

Alexandre, L. (2017). *La guerre des intelligences : comment l'intelligence artificielle va révolutionner l'éducation*. Paris, JC Lattes.

Bakhshi, H., Benedikt Frey, C. et Osborne, M. A. (2015). « Creativity versus robots: The creative economy and the future of employment ». Rapport Nesta, avril.

Benedikt Frey, C. et Osborne, M. A. (2017). « The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? » *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 114, janvier, pp. 254-280.

Claeys, D. (2016). « Le fantasme du démiurge : l'architecte soumis à la tentation du pouvoir ». *Acta Europeana Systemica*, nº 6, pp. 11-24.

Claeys, D. (2013). *Architecture & complexité : un modèle systémique du processus de (co)conception qui vise l'architecture* [Thèse de doctorat de l'Université catholique de Louvain]. Louvain-la-Neuve, Presses universitaires de Louvain.

Drucker, P. F. (1968). *The Age of Discontinuity: Guidelines to our changing Society*. New York, Harper & Row.

Fenner, F. J. (2010). « Frank Fenner sees no hope for humans ». Interview accordée à *The Australian*, le 16 juin 2010.

Florida, R. (2002). *The Rise of the Creative Class: And How It's Transforming Work, Leisure, Community And Everyday Life*. New York, Basic Books.

Ganascia, J.-G. (2017). *Intelligence artificielle : vers une domination programmée ?* Paris, Le Cavalier Bleu (Idées reçues).

Harari, Y. N. (2015). *Homo deus : une brève histoire de l'avenir*. Paris, Albin Michel.

Nora, S. et Minc, A. (1978). *L'informatisation de la société : rapport à M. le Président de la République*. Paris, La Documentation française.

Picon, A. (2016). « Smart cities : entre utopies et réalité » [Leçon inaugurale à la Chaire Francqui 2016-2017, Louvain-la-Neuve, le 9 novembre 2016].

Picon, A. (2013). *Smart Cities : théorie et critique d'un idéal autoréalisateur*. Paris, B2 (Actualités).

Picon, A. (2010). *Culture numérique et architecture : une introduction*. Bâle, Birkhäuser.

Picon, A. (2007). « La crise de l'échelle et de la tectonique classique : entretien avec Antoine Picon ». *D'Architectures*, novembre 2007, nº 168, pp. 43-47.

Raynaud, D. (2009). « La "crise invisible" des architectes dans les Trente Glorieuses ». *Histoire urbaine*, nº 5, pp. 127-145.

Rifkin, J. (1995). *The End of Work: The Decline of the Global Labor Force and the Dawn of the Post-Market Era*. New York, G. P. Putnam's Sons.

Sadin, É. (2016). *La silicolonisation du monde : l'irrésistible expansion du libéralisme numérique*. Montreuil, L'échappée (Pour en finir avec).

Sauvy, A. (1980). *La machine et le chômage : le progrès technique et l'emploi*. Paris, Dunod (L'œil économique).

Schumpeter, J. (1990 [1942]). *Capitalisme, socialisme et démocratie*. Paris, Payot.

#02

ENTRETIEN AVEC ANTOINE PICON : ENTRE RÉEL ET IMAGINAIRE À L'ÈRE DU NUMÉRIQUE

Antoine Picon, Jean Stillemans, Damien Claeys

Dans le cadre de la Chaire Francqui 2016-2017 autour du thème *Révolutions technologiques et changement architectural, de Vitruve à l'ère numérique*, Antoine Picon a donné cinq conférences à la Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (LOCI) de l'Université catholique de Louvain (UCLouvain). Il a accepté l'exercice périlleux de l'interview, ce qui lui permet de se confier sur sa conception de l'histoire et de la théorie d'architecture, ainsi que sur les ressorts de l'ère digitale dans laquelle nous vivons.

ANTOINE PICON

Ingénieur, architecte et docteur en histoire, Antoine Picon est professeur à la Graduate School of Design d'Harvard et directeur de recherches à l'École nationale des Ponts et Chaussées. Il a publié de nombreux articles et ouvrages sur les relations entre architecture et ville d'un côté, technique et culture de l'autre.

JEAN STILLEMANS

Ingénieur civil architecte et docteur en sciences appliquées, Jean Stillemans est professeur à la Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (LOCI) de l'Université catholique de Louvain (UCLouvain). Il enseigne la théorie et le projet d'architecture. Il est membre fondateur du laboratoire analyse architecture (laa) où il poursuit ses recherches dans le domaine de la théorie de l'architecture et il est également l'auteur de nombreux ouvrages traitant de ces thèmes. Avec Georges Pirson, il est également co-fondateur de Sessions Édifications, des ateliers d'architecture sur de nombreux projets, concours et réalisations, ayant eu cours de 1985 à 2000, en Belgique, aux Pays-Bas et en France.

DAMIEN CLAEYS

Architecte, systémicien et docteur en art de bâtir et urbanisme, Damien Claeys est professeur à la Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (LOCI) de l'Université catholique de Louvain (UCLouvain). Il enseigne le projet, la théorie et le dessin d'architecture. Il mène des recherches historiques, critiques et méthodologiques en conception architecturale, en théorie d'architecture et en théorie des systèmes.

DC Nous te remercions pour les cinq conférences que tu offres à la Faculté Loci dans le cadre de la Chaire Francqui 2016-2017 autour du thème *Révolutions technologiques et changement architectural, de Vitruve à l'ère numérique*. Les questions que tu suscites en repositionnant la discipline architecturale dans le contexte contemporain de l'ère numérique mènent à la définition potentielle de nouvelles thématiques de recherche, bien ancrées dans l'air du temps. Nous te remercions également d'avoir accepté l'exercice périlleux de l'interview.

JS Nous commencerons par questionner les rapports entre l'histoire et la théorie de l'architecture du point de vue de ton travail et, ensuite, de manière plus générale.

Personnellement, te situes-tu d'abord comme un historien prenant appui sur des angles d'attaque fondés sur la théorie, ou occuperais-tu une place hybride entre l'historien et le théoricien, ou ton objectif serait-il plutôt de pister et de mettre à jour des questions théoriques à partir de constats issus du champ historique ?

AP À titre personnel, je crois que nous évoluons dans le temps. Au début de ma carrière, j'étais probablement beaucoup plus classiquement historien et, aujourd'hui, je suis plus dans un hybride de préoccupations théoriques et historiques. J'ai toujours été chez les historiens quelqu'un qui avait plutôt la fibre théorique, tout en restant quand même quelqu'un qui avait une pensée de type historique. Lorsqu'il était mon professeur, Jean-Louis Cohen me qualifiait d'*ingénieur-philosophe*. Je pense que nous ne pouvons jamais complètement séparer histoire et théorie.

La théorie recherche souvent des invariants et l'histoire recherche des invariants à travers l'étude des variations. Je suis intéressé par l'ancrage

historique, c'est-à-dire pourquoi les gens à certains moments pensent-ils telle chose et pas telle autre. Par exemple, Gilles Deleuze m'intéresse plus finalement comme le témoignage d'une certaine façon qu'a notre époque de se poser des questions relatives au monde physique, à la matière, à la subjectivité… que comme l'élucidation définitive de certaines questions. Mais c'est vrai que j'ai tendance à penser de plus en plus qu'il existe un continuum entre les champs historique et théorique avec une gamme infinie de nuances.

JS Nous pouvons donc interpréter le champ historique comme étant de l'ordre du constatif et le champ théorique comme ayant un versant davantage prescriptif ou performatif. Ensuite, quel est l'état de l'art des enjeux de l'histoire et de la théorie en architecture ?

AP Il n'y a pas d'histoire sans construction et l'histoire n'est jamais un constat puisque nous ne pouvons pas faire une carte à l'échelle 1/1 des faits. L'historien doit faire des choix. L'histoire est autant construction d'une perspective et sélection d'un ensemble de faits dans cette perspective, si bien qu'elle n'est pas dans le terrain pur de l'objectivité. L'histoire a tendance à être plus factuelle que la théorie mais il ne faut pas non plus exagérer l'objectivité de l'histoire, c'est pour ça que je pense que c'est vraiment un continuum.

Même si les théoriciens prétendent incarner la dimension critique, je reproche parfois à la théorie en architecture de ne pas être si critique que ça lorsqu'elle essaie d'être une norme pour la profession ou de servir la profession. Ainsi, beaucoup de théoriciens nord-américains se sont mis en fait au service des professionnels, je pense à Sanford Kwinter ou Jeffrey Kipnis.

Le diagnostic que je pose sur ce que nous appelons la théorie de l'architecture est différent en France et aux États-Unis. En France, il y a relativement peu de théories architecturales centrées sur la question de l'objet architectural, de sa *poïēsis*. Nous avons plutôt des théoriciens de la ville alors qu'en Amérique du Nord, après une période faste, il y a eu un déclin, au cours des vingt dernières années, lié au fait que la pratique a marché beaucoup plus vite que la théorie consécutivement à la révolution numérique, suivie de la question de la durabilité.

Aujourd'hui, les conditions sont réunies pour qu'il y ait un certain retour du questionnement théorique de l'architecture. Avec cette ambiguïté que la théorie peut être à la fois critique et normative, qu'elle conjugue de manière très étrange les deux, dans un rapport un peu incertain. Ce qui est toujours très frappant dans la théorie au sens des architectes, c'est qu'elle mélange deux choses assez différentes : une ancienne théorie des arts qui était normative (par exemple, la hiérarchie des genres dans la peinture académique proposée par André Félibien au XVII^e^ siècle) et une vision critique (par exemple, la philosophie appliquée aux *cultural studies* faisant notamment appel aux théories poststructuralistes françaises). Aujourd'hui, les conditions sont remplies pour un retour à la théorie, mais aussi à l'histoire. Une théorie qui se coupe trop durablement de l'histoire finit par raconter n'importe quoi, et une histoire qui se coupe trop durablement de la théorie n'a plus sa place dans une école d'architecture. Ultimement, un historien qui travaille dans une école d'architecture doit quand même infléchir l'histoire dans certaines directions pour former des gens qui veulent devenir architectes.

JS Et par rapport à une distinction très française entre théorie et doctrine comme chez Philippe Boudon (1971), il me semble que tu n'utilises pas cette distinction dans tes travaux ?

AP Non, parce que Boudon faisait l'hypothèse que nous pouvions faire de la théorie en architecture comme nous pouvions faire de la théorie en linguistique. Enfant du structuralisme, il croyait encore en une théorie scientifique capable d'objectiver les phénomènes. Je n'ai pas cette vision-là parce que cette distinction ne paraît pas aujourd'hui essentielle. La théorie est une notion spécifique aux arts et surtout à ceux ayant un rapport au projet. La théorie en architecture apparaît comme un mélange de théorie et de doctrine.

Dans toute théorie, nous trouvons toujours un peu de doctrine, mais elle peut autocontrôler ses propensions doctrinaires par un regard historique. Parce que l'histoire peut être enrôlée au service d'une doctrine, mais elle peut aussi servir de puissant dissolvant contre des certitudes toutes faites. Un des rôles de l'histoire est d'être une force corrosive contre les tentations doctrinaires. Nous ne pouvons pas nous intéresser à l'architecture sans avoir des idées sur l'architecture, c'est en tout cas souhaitable. Mais il faut se contrôler parce que nous sommes toujours un peu doctrinaux.

Boudon a connu l'effondrement de l'enseignement de l'école des beaux-arts et l'enjeu principal de son travail est qu'il essaie de construire une connaissance scientifique de l'architecture par opposition à des doctrines du type beaux-arts. D'ailleurs, c'est là que nous comprenons que l'histoire sert à quelque chose. Aujourd'hui, le contexte est différent, il faut plutôt lutter contre un retour à une forme de positivisme. L'arrivée en force de toute une série de méthodes scientifiques dans le domaine de l'architecture – telles que la computation ou les sciences environnementales – renforce la tentation d'imaginer que l'architecture répond à des problèmes. Je dis souvent que l'architecture pose des questions, mais qu'elle ne répond pas à des problèmes. Si nous voulons sauver le monde, il vaut mieux être ingénieur. Par contre, si nous voulons lui donner un sens, il vaut mieux être architecte. Sans pour autant refaire du Christian Norberg-Schulz (1974), j'essaie de reposer la question de la signification en architecture dans mes travaux récents, de reposer la question du pourquoi.

DC Tu as parlé de la robotisation progressive de nos environnements, alors que d'autres travaux affirment que les compétences nécessaires aux architectes du futur seront différentes de celles nécessaires jusqu'à présent. Outre la distinction entre histoire, théorie et doctrine, une autre distinction est souvent utilisée en architecture : la théorie et la pratique. Associée au retour à une forme de positivisme dont tu viens de nous parler, l'évolution des compétences nécessaires à l'architecte du futur pourrait-elle favoriser le développement de la théorie plutôt que celui de la pratique ? À partir du moment où les robots nous remplaceraient pour toutes les tâches pratiques, allons-nous tous devenir des théoriciens ?

AP Oui et non.

D'un côté, dans les grandes agences, les architectes n'ont plus le temps de dessiner, mais le fait qu'ils aient déjà eux-mêmes fait de la conception leur permet d'orienter le travail des employés qui travaillent pour eux, même si ces derniers peuvent devenir un jour, qui sait, des robots. Avoir une compétence en conception architecturale permet d'orienter le travail d'autres concepteurs. Rien n'est plus intelligent qu'un robot humain. Mais les architectes qui dirigent les robots humains travaillant dans leurs agences doivent avoir eux-mêmes conçu des architectures. Sous réserve de s'accorder sur ce que nous entendons par *pratique*, je ne pense pas que les

compétences pratiques telles que des capacités à spatialiser ou à opérer des choix vont disparaître.

D'un autre côté, un architecte ne peut jamais totalement échapper à la question de la théorie et de l'histoire pour plusieurs raisons. D'abord, le manque d'inscription de l'architecture dans l'art de la mémoire est un problème à partir du moment où l'architecture constitue toujours une réponse à un ici et maintenant. L'architecture est à la fois une discipline et une tradition : du côté disciplinaire, c'est plutôt la théorie – et avoir une discipline signifie que nous essayons de nous donner des règles, des systèmes – tandis que la question de la tradition est plutôt une de celles que se pose l'histoire, la tradition est inévitable parce que les bâtiments sont toujours en rapport avec des bâtiments qui les ont précédés et qui amorcent encore un dialogue incertain avec ceux qui suivront. Le rapport de l'histoire à l'architecture est d'ailleurs très particulier parce que la discipline se nourrit de la méditation de son propre passé. Malgré les éclipses, les moments liés plus ou moins à la discipline et/ou à la tradition, nous n'échappons jamais totalement à ces deux dimensions en architecture.

Aujourd'hui, les rapports à la théorie et à l'histoire ne vont pas disparaître et ils n'ont ni plus ni moins d'importance qu'avant. À l'avenir, la véritable question risque d'être un peu décalée puisqu'elle concerne plutôt la dimension éthique liée à la valeur de l'action : c'est la question du *pourquoi*.

Dans *Culture numérique et architecture : Une introduction* (2010), j'explique que le projet devient de plus en plus commensurable à une forme d'action, le projet devient un événement, une occasion de poser une action dans le monde. À l'avenir, la révolution serait peut-être une forme de montée en puissance de la question du politique en architecture, au risque de dissoudre la seconde dans la première. À la question de savoir pourquoi nous faisons les choses, la théorie ne répond jamais complètement puisqu'elle se borne à expliciter la relation entre la façon dont nous avons fait quelque chose et les principes qui sont censés régir la discipline. De même, l'histoire indique quelle est la relation entre des choses qui sont faites et des choses qui ont été faites avant et après. Il y a toujours des côtés normatifs ou prescriptifs, mais ça dit finalement assez peu de choses sur le choix politique qui consiste à mettre un projet précis à un moment tout aussi précis sur la table. Et nous sommes encore très mal préparés à l'arrivée de ce type de questions.

Ce sera la grande différence avec les robots, les programmes peuvent être les plus intelligents du monde mais ils ne sont pas humains. Nous sommes humains parce que nous croyons que nous avons une liberté, que nous sommes responsables de notre destin.

DC Tu expliques que les robots abattront une grande partie du travail de l'architecte dans un avenir proche. D'autres chercheurs prédisent l'émergence d'une économie de la créativité dans laquelle les principales qualifications requises pour occuper un emploi seraient la créativité, l'intelligence sociale et la capacité à établir des mises en relations. Penses-tu que seules les compétences dépassant la simple application de processus – où les machines sont plus fortes que nous – doivent-être développées à tout prix ? Allons-nous tous devenir des créateurs talentueux ?

AP Même s'il ne faut pas non plus mythifier la « *creative class* » de Richard Florida (2002). Ce phénomène est déjà à l'œuvre dans le champ de l'architecture. Qu'est-ce qui fait la différence entre un architecte un peu significatif qui fait de l'architecture et la quantité d'architectes qui font de la construction ? C'est vrai qu'il va y avoir une certaine prime à une vision différente, mais c'est déjà vrai dans la plupart des activités créatrices. Les uns reproduisent, les autres font des variantes... Et, de temps en temps, quelqu'un regarde sous un angle nouveau auquel personne n'avait pensé. D'ailleurs, c'est également ce que font les artistes en général. Ainsi, Zaha Hadid avait au début une façon nouvelle de regarder l'architecture. Ses premiers dessins sont très révélateurs. Et l'une des raisons pour lesquelles ils sont si frappants, c'est qu'ils proposent un nouveau regard, comme dans le fameux dessin du Peak Leisure Club de Hong Kong (1982-1983). La capacité à regarder autrement le monde qui nous entoure pourrait être l'un des types de compétences à renforcer.

Les vrais problèmes seront, par exemple, l'emploi, l'automatisation et les droits d'auteurs.

DC Des questions d'assurances vont aussi se poser, qui est responsable de quoi lorsqu'un robot prend une mauvaise décision ?

AP En effet, qui est aujourd'hui responsable ? Qui est l'auteur de droit quand celui qui a écrit le *software* a une part parfois implicite dans la création,

quand celui qui crée a utilisé un modèle repris ailleurs sur une base de données ? Ces questions vont se poser.

Mais nous sommes déjà dans cette situation en architecture. Par rapport à un texte ou une œuvre d'art, un bâtiment, c'est déjà quelque chose de beaucoup plus étagé : c'est un millefeuille complexe d'interventions, dans lequel les responsabilités sont nombreuses, variées et imprévisibles.

DC Du point de vue de la fabrication des édifices, la robotisation progressive des chantiers mène-t-elle à des systèmes capables de réaliser des artefacts à la fois standards (production par une machine unique) et particuliers (prototypage personnalisé en fonction de multiples demandes spécifiques) ?

AP Autour du thème de la fabrication numérique, nous sommes entourés d'une énorme gangue de discours qui mélangent l'idéologie, l'utopie, la doctrine… et pas seulement dans le champ de l'architecture. Du coup, nous finissons par tout mélanger. Même si elle s'imposera sur certains segments de la construction, je pense que la fabrication numérique ne va pas constituer une révolution aussi universelle qu'on nous l'annonce. Si l'industrialisation du bâtiment a eu des effets réels, elle a généré avant tout un formidable imaginaire. Nous vivons dans un imaginaire de la fabrication numérique et l'historien en moi a tendance à dire qu'il ne faut pas prendre complètement l'imaginaire pour la réalité. Des choses vont probablement encore changer, il y a donc des besoins et des niches spécifiques. Ainsi, la *mass customisation* est déjà avec nous pour la fabrication de maquettes, de baskets, d'organes. Une robotisation partielle des chantiers peut être imaginée, mais les contraintes de site ne permettront peut-être pas des économies de très grande échelle. En regardant le résultat réel de l'industrialisation, des effets massifs sont apparus, mais le monde n'est pas devenu cette vaste usine préfabriquée telle que l'imaginait Richard Buckminster Fuller dans les années 1920. Donc il faut se calmer un peu ! Ne serait-ce que parce que la fabrication numérique a pour l'instant des applications limitées.

JS Aujourd'hui, les images se démultiplient et elles semblent être partout dans nos poches et sur nos ordinateurs. Elles sont dans des cycles de rotation absolument extraordinaires et nos smartphones n'en gardent pas la mémoire, si bien qu'il n'est pas certain que nous pourrons nous tourner vers elles. Il me semble que tu nous parles peu d'image dans tes travaux de recherche. En particulier quand tu traites du retour contemporain de l'ornement

dans des expressions nouvelles, l'architecture n'est-elle pas, pour une part, contaminée par ce déferlement d'images ? Pour le dire simplement, une vague de l'image ne semble-t-elle pas recouvrir l'architectonique, alors que les édifices ne sont pas pour autant des images ?

AP Oui et non. Il ne faut pas oublier que l'architecture dans sa définition disciplinaire moderne est née avec la circulation des images comme l'ont montré, par exemple, les analyses un peu idéalistes de Mario Carpo (2009). Il ne faut pas oublier que l'architecture de la Renaissance est en grande partie liée à la circulation des images, des traités, de l'imprimerie, de la reproduction des ordres…

Je ne souffre pas de pulsions scopiques, le thème de l'image n'est pas obsessionnel chez moi, je ne pense pas être un théoricien de l'image. Mais je suis par contre obsédé par les cartes, le rapport à la carte. Je pense qu'en créant des cartes, nous fabriquons des sortes de mémoires de nos vies.

Bien que la question de la multiplication des images pose problème et qu'elle doive être pensée, le fait est que l'architecture consomme des images. Mais je vais être radical, je dirais qu'elle en consomme presque moins qu'avant. Ainsi, les architectes de ma génération avaient accès aux revues et nous les feuilletions nerveusement pendant des heures. Bien entendu, Internet fournit aujourd'hui une profusion d'images et les logiciels génèrent des choses avant même que nous soyons là pour les regarder. Il me semble que, d'une certaine façon, ça relativise un peu le côté statique de l'image traditionnelle.

Je m'intéresse plutôt à l'usage des images et plus précisément aux régimes de vision. Ainsi, je questionne régulièrement l'idée que les images soient cliquables. Le fait que nous puissions zoomer et dézoomer dans une image me semble quelque chose d'une profonde nouveauté par rapport à la façon dont nous regardions les images traditionnelles. Le fait que l'image numérique a tendance à brouiller la distinction entre l'image fixe et l'image animée est également intrigant. Par rapport à l'ornement et à cette idée de continuité entre le bâtiment et nous, je m'interroge aussi sur le fait que l'image globale d'un édifice perd très souvent de son importance dans les publications les plus récentes. Dans ce type d'images, nous sommes en quelque sorte pris dans le bâtiment de manière plus haptique. Donc, les images m'intéressent,

mais plutôt en tant qu'elles renvoient à un régime particulier de la vision, à un régime d'être au monde avec les objets architecturaux.

Je me demande comment l'image est devenue complètement solidaire du film, de la statistique et de tas d'autres choses. Comment devient-elle un type de régime généralisé ?

DC En parlant d'image, l'accueil réservé aux quelques projets d'architecture paramétrique – réellement construits – par le grand public est souvent mitigé. Il suffit de repenser aux traces laissées dans l'imaginaire collectif après la construction d'une œuvre emblématique comme le Musée Guggenheim de Frank O. Gehry à Bilbao (1997). Le public est prêt à changer de smartphone une fois par an, mais lorsqu'il fait construire sa maison, il l'imagine pour l'éternité. C'est comme si le public était moins prêt au changement pour l'architecture que pour d'autres choses. Existe-t-il une période de latence pour les bâtiments ? Est-ce que les bâtiments *calment* les choses, alors que d'autres types d'objets *accélèrent* les choses ?

AP Oui, c'est normal. Le public est parfois philistin – fermé aux arts et à la nouveauté – en architecture comme dans d'autres domaines et c'est lié aux questions de la tradition et de la portée des changements.

L'architecture propose toujours un compromis entre l'ancien et le nouveau. Une rupture paraîtra formellement moins spectaculaire en architecture qu'en sculpture ou en peinture. Mais lorsqu'elle se produit, elle a des conséquences beaucoup plus fortes sur l'habité. Ainsi, dans les années 1920, la rupture de la modernité paraissait formellement moins forte en architecture qu'en peinture, pourtant l'architecture moderne a laissé des traces durables dans la façon de vivre des gens. Il n'est pas complètement anormal que le public soit un peu *passéiste*, parce qu'il pressent qu'une rupture architecturale, c'est une rupture de son mode de vie. Nous sommes prêts à faire des expériences avec notre téléphone parce que nous n'habitons pas dans notre téléphone. On ne joue pas avec la structure de son habitat comme on joue avec un téléphone, un habillement, un choix de couleur. Ce n'est pas du même ordre. L'architecture exprime une certaine gravité de la situation, ce n'est pas un art prêt à la plaisanterie. On fait difficilement de l'humour en architecture parce que l'architecture a un rapport profond avec la vie.

Lorsque le grand public est un peu passéiste, c'est plutôt sain, mais quand les architectes eux-mêmes deviennent passéistes, c'est plus problématique. À certains moments, le rôle des architectes est précisément d'imposer la nouveauté. Si le public a les yeux pleins de cottages anglais du XIX^e^ siècle, le rôle des architectes est justement de les conduire à imaginer la vie autrement. Il n'est pas pour autant certain que le paramétrisme soit une nouveauté qu'il faille à tout prix imposer à tous, mais c'est une autre affaire.

DC En revenant à la question de l'ornement, existe-t-il des familles de significations qui toucheraient plus le grand public, pour tous et de tout temps ?

AP Pour tous et de tout temps, je ne crois pas, sauf à dire que nous avons tous deux yeux, un nez et que ça conditionne notre perception du monde. Sans ontologiser les ordres grecs, nous vivons dans une société où quelqu'un qui voit une colonnade grecque a tendance à faire un *monument* de l'édifice dont elle fait partie, alors que c'est moins évident face à un dessin paramétrique. Ceci montre la formidable inertie de certains codes culturels et, parmi eux, ceux liés à l'architecture sont formidablement inertes, ce qui joue parfois en faveur des ruptures lorsqu'elles se sont opérées. Ainsi, la villa Savoye (1928-1931) de Le Corbusier est aujourd'hui un bâtiment patrimonial. Le public la trouve souvent moderne parce qu'elle correspond pour lui à ce qu'il croit qu'il faut être pour être moderne. Il y a également des ruptures invisibles : le public est souvent très critique au sujet des façades extérieures des édifices modernes et, en même temps, il adore les intérieurs modernes. Les classes moyennes plébiscitent les intérieurs modernes standardisés parce qu'ils ne veulent plus de Louis XV, qu'ils ne veulent plus de petites bergères dans leurs salons. La modernité a gagné la bataille de l'intérieur, ce qui est en soi une sacrée révolution. Le goût bourgeois du XIX^e^ siècle est définitivement mort en moins d'un siècle. Appartenant à la classe moyenne, mes parents avaient des fauteuils néo-Louis XV et, aujourd'hui, plus personne ne s'y intéresse. Donc, il ne faut pas sous-estimer les rythmes évolutifs apparemment lents de l'architecture. La situation paraît alors moins dramatique et ça permet de calmer un peu les architectes empêtrés dans leur perpétuel désespoir de ne pas être aussi avant-gardistes que les peintres ou les sculpteurs. C'est normal, d'une certaine façon, que les productions de l'architecture ne soient pas autant avant-gardistes que celles d'autres domaines.

JS En prenant tour à tour les postures d'historien et de théoricien, tu dresses régulièrement des constats tels que la crise de la tectonique, le refus de la matérialité ou la réémergence de l'ornement. Au-delà de ces constats, tu sembles induire qu'il manque une articulation au sens, une transmission du sens ou une certaine articulation politique, et que ce serait peut-être bien que tout ça revienne. T'appuies-tu sur des faits, des signes avant-coureurs qui te font penser que la tectonique et l'ornement pourraient réapparaître ? Ou est-ce plutôt des sortes de regrets accompagnés de souhaits que ça réémerge un jour ?

AP Il y a un peu des deux.

Bien que je sois en général prudent, lorsque j'ai écrit *L'ornement architectural : Entre subjectivité et politique* (2013), je me suis efforcé de donner un point de vue plus personnel, de quitter le rôle du scientifique qui compte les balles, de descendre sur le court et de dire ce que je pense. Ainsi, sur le sens de la signification en architecture, j'ai volontairement pris une position quasi doctrinale, tout de même étayée sur des éléments historiques.

C'est un peu différent pour la tectonique, je prends alors une posture plutôt hybride entre théoricien et historien. Sans les ontologiser et dire *de tout temps*..., je pense que quelques fondamentaux existent dans la discipline architecturale sur la très longue durée et ils semblent être constitutifs de l'architecture. Ainsi, comme je le disais, nous n'habitons pas notre téléphone, nous habitons l'architecture. Dit comme cela, ça a l'air bête, mais ça fait aussi une énorme différence. En effet, je suis diamétralement opposé aux avocats d'une sorte de design généralisé, comme Sanford Kwinter. Pour moi, dessiner des petites cuillères et dessiner des bâtiments, ce n'est pas la même chose. Ce n'est pas le même rapport au corps... Je prends là une position au carrefour de ce que je crois de l'architecture et de ce que j'en ai constaté comme historien. Comme Henry Van de Velde, les architectes peuvent dessiner des théières avec succès, mais ça ne veut pas dire pour autant que l'architecture peut être du dessin de théière ou de cafetière.

La question de l'échelle est un autre des fondamentaux de l'architecture. Les échelles sont en crise aujourd'hui, ce qui ne veut pas forcément dire que nous avons nécessairement à redécouvrir l'échelle du corps humain vitruvien, mais ce qui signifie que redonner à l'architecture une forme d'échelle,

c'est quelque chose qui semble incontournable lorsque nous parlons d'habiter le monde.

La tectonique, je suis moins sûr. Nous ne sommes pas obligés de conserver le concept de structure, ni même le concept traditionnel de tectonique. Mais nous ne pouvons pas évacuer la question de savoir comment les choses tiennent, de comprendre ce qui fait ossature. Même si nous avons plutôt une pensée de l'épiderme, nous pouvons avoir une pensée de l'épiderme qui rejoint une pensée de l'ossature.

Ces questions-là me semblent avoir une pertinence. Ce n'est pas forcément que je regrette la perte de la tectonique, c'est plutôt qu'il faut réinterpréter les fondamentaux de la discipline. C'est pour ça aussi que je m'intéresse à la question de la tradition. La tradition est constamment réinventée. En général, l'architecture est liée à la fois à des doctrines et à de la tradition, elle est quelque chose qui se transmet, elle a ses prophètes. Mais la tradition est transmise de génération en génération en s'altérant progressivement. Elle est source de changement parce qu'à chaque génération, il y a des choses que nous gardons et d'autres que nous jetons par-dessus bord…

À la différence de Kenneth Frampton, dont le livre *Studies in Tectonic Culture* (1995) est à bien des égards réactionnaire, je pense que la tradition pose fondamentalement la question du changement. Ce livre aimerait démontrer que nous devons absolument rester fidèles à la pensée tectonique moderne. Pour ma part, je pense qu'il n'y a aucune nécessité à rester fidèle à la pensée tectonique moderne. Par contre, je pense qu'il y a nécessité – si on se débarrasse de la tectonique telle que les modernes l'avaient définie – d'inventer autre chose à la place ou d'y substituer autre chose. Ce n'est pas de la nostalgie, c'est plutôt l'idée qu'un travail de reconstruction est nécessaire.

Un autre exemple est la question de la transparence et de l'opacité. L'architecture, me semble-t-il, tourne autour de cette question fondamentale du rapport extérieur-intérieur, sans en faire une sorte de construction ontologique. D'ailleurs, la transparence en architecture peut être obtenue au moins autant avec de l'opacité qu'avec un mur de verre. Mais à l'ère numérique, la transparence mérite d'être redéfinie. Qu'est-ce que la transparence ? Est-ce avoir trois barres de réseau sur son smartphone ? Est-ce voir l'extérieur depuis l'intérieur ? Nous sommes dans une période de

craquement, de dislocation et de recomposition des fondamentaux de la discipline. Donc ce n'est pas une position nostalgique, c'est plutôt dire « au boulot, il faut reconstruire nos connaissances ». C'est pareil avec la question de l'ornement. En fait, ce que je dis, ce n'est pas que l'ornement d'aujourd'hui est le même que celui d'hier, c'est que la question de l'ornement est revenue sur le devant de la scène architecturale et que c'est une question à penser sur le très long terme.

DC En espérant apporter une réponse à la catastrophe écologique imminente qui guette notre espèce, deux postures de conception semblent émerger et parfois s'opposer. Elles peuvent être observées dans les productions architecturales de notre époque. Des édifices *high-tech* utilisent une surabondance technologique pour gérer les flux et optimiser la réduction des pertes qu'ils génèrent eux-mêmes (matière, énergie et information). Dans cette *fast architecture*, tous les usagers, les activités et les flux sont détectés par de nombreux capteurs qui gèrent les lumières, le chauffage, la ventilation… L'énergie grise pour produire ces édifices, la technicité nécessaire pour leur maintenance, les qualifications techniques nécessaires pour leur construction et leur entretien sont grandes. À l'inverse, par la quasi-absence volontaire de technologies, des édifices *low-tech* imprégnés de régionalisme critique veulent réenchanter le monde en produisant cette *slow architecture*. Deux hypothèses opposées semblent faire face à une même question : la question de la soutenabilité, de l'écologie et d'un possible crash écologique à court ou à moyen terme. Quelle serait, selon toi, l'hypothèse la plus intéressante pour l'avenir ?

AP Je pense que la question est mal posée. Elle renvoie à une incertitude extrêmement fondamentale concernant les défis qui nous attendent. Tout le monde est confronté à cette question philosophique générale et, à sa manière, l'architecture reflète l'image des grandes questions sans réponses d'aujourd'hui. Pouvons-nous résoudre les problèmes actuels et futurs par *plus* de technologie ou, au contraire, leur résolution entraîne-t-elle la nécessité d'une sorte de frugalité généralisée ?

Au risque d'être décevant, je pense que la réponse tient d'une combinaison des deux et que la vraie question est plutôt de déterminer dans quelles proportions nous pouvons les combiner. Il est très probable qu'il faille un fond de frugalité un peu plus généralisé sur un certain nombre de points et, en même temps, plus de technologies pour faire face à certains problèmes.

La question est mal posée. Si tu prends le champ de l'architecture, il est difficile de dire que tel ou tel édifice fait totalement partie de l'option 1 ou de l'option 2. À l'avenir, il est probable que nous aurons encore des édifices hautement technologiques pour certains programmes très particuliers et puis d'autres édifices d'une grande frugalité. La véritable question serait plutôt de savoir comment répartir les programmes entre une nécessité d'être frugal et un usage intensif de la technologie, et de déterminer pour quels usages choisir telle ou telle combinaison. Ce n'est pas un choix à opérer entre un modèle absolu et un autre modèle absolu, c'est plutôt le choix de comment répartir des gammes de types, d'usages. C'est moins dramatique, parce qu'il s'agit plutôt d'une question qui va se poser dans la pratique.

La situation est identique pour la ville intelligente : on ne peut pas mettre des capteurs partout, même si certains de mes collègues au MIT en sont persuadés. Il y aura des endroits où il y aura plein de capteurs, comme dans le métro parisien, et puis des endroits où il y en aura moins. Donc la vraie question, c'est comment on fait ces choix-là. Comment gérer une gamme d'édifices qui vont du très frugal à une débauche de technologie, en sachant qu'il y a également une gamme de réponses possibles ?

Dès que l'architecture doit répondre à des demandes sociales différenciées, nous retrouvons la question du politique. Dans le contexte écologique actuel, il est probable que certains programmes doivent être déshabillés. L'avenir de l'habitation n'est peut-être pas dans une course au progrès infinie. Mais peut-être que pour certains grands équipements, cette course continuera…

DC Lors de la création de *data centres* – programme architectural qui n'existait quasiment pas avant la toute fin du XX^e^ siècle –, la logique a été, dans un premier temps, de regrouper les ressources, de centraliser les organes de contrôle, de construire de grandes surfaces sécurisées et isolées, puis d'acquérir des terrains autour pour étendre l'exploitation. Dans un second temps, les gestionnaires des *data centres* se sont rendu compte que la taille et la surchauffe des supports physiques des mémoires diminuent régulièrement : l'augmentation de la surface prévue de ce type d'édifices ne sera peut-être plus nécessaire. Dans un troisième temps, que pensez-vous des stratégies plus récentes de combiner des *data centres* réduits avec des habitations privées – ou d'autres types de programmes à échelle moyenne – et de les disperser un peu partout dans les villes ?

AP En tant qu'historien, je suis un peu plus sceptique. Depuis l'aube de la modernité industrielle, nous rêvons de décentraliser, d'avoir du petit, du local… et la vérité, c'est que nous avons des concentrations de plus en plus énormes, parce que ce qui gouverne pour l'instant nos sociétés, ce sont les économies d'échelle. Je ne suis donc pas sûr que le mini *data centre* soit forcément l'avenir. Je pense par exemple que le modèle de l'écoquartier d'Hammarby Sjöstad nous fait rêver. Nous rêvons de réinventer le local d'un point de vue technologique. Mais dans un monde où la vitesse de circulation de l'information est comptée en nanosecondes, la proximité spatiale des unités de stockage les unes par rapport aux autres compte. Si nous sortons du système capitalistique, du système économique et social actuel, alors peut-être que ça arrivera. Mais à ce moment-là, ce sont des discours d'une autre nature qui sortent du strict domaine de l'architecture. Pour l'instant, j'y crois moyennement. Mais, comme tu l'as dit, ça dépend des avancées technologiques…

Je dirais attention quand même au rêve. Lorsque l'électricité est apparue, les gens étaient persuadés – à la différence de la machine à vapeur – qu'ils allaient pouvoir travailler chez eux : c'était le grand rêve de l'époque. Les années 1900 sont marquées par un retour prodigieux de l'imaginaire de l'artisanat familial, c'est-à-dire qu'il semblait possible de travailler dans son salon… Dans les faits, ce n'est pas ce qui s'est passé. Ceci dit, il y a quand même des règles qui changent au cours de l'histoire. Ainsi, la voiture va complètement changer de nature, je suis persuadé que les voitures à conduite partiellement automatique vont être avec nous assez vite. Je suis persuadé que la phase de développement des smartphones que nous connaissons aujourd'hui est temporaire, que nous allons nous calmer parce que nous n'allons pas pouvoir continuer à ce rythme. Dans le cas des *data centres*, il est difficile de prévoir leur évolution.

DC Par le partage ubérisé de biens matériels, la production d'énergie privée redistribuée vers le réseau et le stockage localisé d'informations, de plus en plus de particuliers ne forment-ils pas des réseaux tirant parti de la dispersion possible des organes de contrôle ?

AP Oui, c'est le rêve actuel, nous rêvons de sauver la technologie au moyen de sa dispersion. Tu as les mêmes discours sur les grands réseaux. Les grands réseaux intégrés urbains régulent le centre, mais ils créent plus de catastrophes à la périphérie. Ainsi, tous les grands réseaux d'assainissement

amplifient des phénomènes comme les pluies ou les crues. D'où l'idée de les fragmenter pour mieux les adapter aux situations locales. Dans *Smart Cities : Théorie et critique d'un idéal auto-réalisateur* (2013), j'en parle, je décris l'existence d'un imaginaire de la déconnexion ou de la connexion locale. C'est assez amusant parce que le *smart* se décline soit sur le rêve de la grande intégration ultime, soit sur le modèle d'une désagrégation, qui serait partiellement ré-agrégée, sur des modèles néo-Internet, avec une opérativité entre *networks* réduite au minimum. Il y a des rêves fédéralistes et de grands rêves unificateurs…

À part le rapport constant à l'histoire, un des fils conducteurs de mon travail est l'importance que j'accorde à l'imaginaire et au fait que nous rêvons au moins autant nos vies que nous les vivons. Mais attention de ne pas confondre complètement le rêve et la réalité !

La technologie est un puissant vecteur de fantasmes. Aujourd'hui, nous avons des fantasmes autour de la déconcentration. Pourquoi ? Parce que nous nous rendons bien compte que nous allons dans le mur. Mais attention à ce que les rêves n'empêchent pas la découverte de solutions concrètes ! Ainsi, je suis opposé à la suppression totale des voitures parce que je pense qu'on ne peut pas se passer de la voiture dans nos villes contemporaines ; elles sont trop étendues. Par contre, je pense que l'avenir appartient aux véhicules autonomes, à la voiture partagée… Les villes contemporaines ne sont plus assez denses pour le transport en commun généralisé. Toutes les villes ne sont pas Paris *intra-muros* et elles ne vont pas le devenir. Ce qui veut dire qu'il faut absolument développer des usages complètement alternatifs de la voiture !

JS Sans connaître toute ta production écrite, je vois qu'apparaissent dans tes textes, et de manière un peu pointilliste, des regrets ou des souhaits. N'es-tu pas habité par l'envie ou par le projet d'un jour rassembler tout ça et de prendre un certain nombre de positions ? Par exemple, dire « voilà les enjeux qui me semblent se poser à la discipline… »

AP Je pense le dire dans mes livres, mais c'est fragmenté. Pour le meilleur ou pour le pire, j'ai une forme d'esprit historiciste, c'est-à-dire que je ne peux pas m'empêcher de me référer constamment à l'histoire, au changement des perceptions au cours du temps… Peut-être qu'il faudrait que je rassemble tout ça plus clairement et si vous avez une collection de traités

critiques d'architecture, je serai ravi d'essayer d'en écrire un ! Je vais y réfléchir, même si je trouve que j'ai déjà fait de grands progrès, parce que par rapport à mes premiers écrits, je suis beaucoup plus sorti du bois qu'avant. Notamment sur la question du politique, je pense qu'il y a un vrai problème de connexion entre architecture et politique et j'aimerais développer le sujet !

RÉFÉRENCES

Boudon, P. (2003 [1971]). *Sur l'espace architectural : essai d'épistémologie de l'architecture*. Marseille, Parenthèses (Eupalinos).

Carpo, M. (2009). *L'Architecture à l'âge de l'imprimerie*. Paris, La Villette.

Florida, R. (2002). *The Rise of the Creative Class: And How It's Transforming Work, Leisure, Community And Everyday Life*. New York, Basic Books.

Frampton, K. (1995). *Studies in Tectonic Culture: The Poetics of Construction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture*. Cambridge MA, The MIT Press.

Norberg-Schulz, C. (1977 [1974]). *La signification dans l'architecture occidentale*. Trad. A.-M. de Dominicis [*Significato nell' architettura occidentale*. Milan, Electa]. Liège/Bruxelles, Mardaga.

Picon, A. (2016). *L'ornement architectural : entre subjectivité et politique*. Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes.

Picon, A. (2013). *Ornament: The Politics of Architecture and Subjectivity*. Hoboken NJ, John Wiley & Sons.

Picon, A. (2013). *Smart Cities : théorie et critique d'un idéal autoréalisateur*. Paris, B2 (Actualités).

Picon, A. (2010). *Culture numérique et architecture : une introduction*. Bâle, Birkhäuser.

#03

L'OBJET-CHAMP : AUTONOMIE ET IMPRÉVISIBILITÉ DANS LA CONCEPTION ARCHITECTURALE NUMÉRIQUE

Samuel Bernier-Lavigne

Cet article aborde les thèmes d'autonomie et d'imprévisibilité dans le processus de conception numérique en architecture. Cela se fera par l'analyse de deux éléments fondamentaux ainsi que de leurs interactions, soit le champ et l'objet.

SAMUEL BERNIER-LAVIGNE

Samuel Bernier-Lavigne est professeur agrégé à l'École d'architecture de l'Université Laval, fondateur du FabLab ÉAUL et directeur du xFab – recherches numériques. Il a obtenu un doctorat en architecture (théorie, conception et fabrication numérique), l'Henry Adams Medal of Honor (AIA), la médaille de l'Institut royal d'architecture du Canada et la bourse du Collège des Présidents (OAQ). Il reçut en 2019, le « Prix Distinction en enseignement pour les professeurs » au concours des Prix d'excellence en enseignement de l'Université Laval.

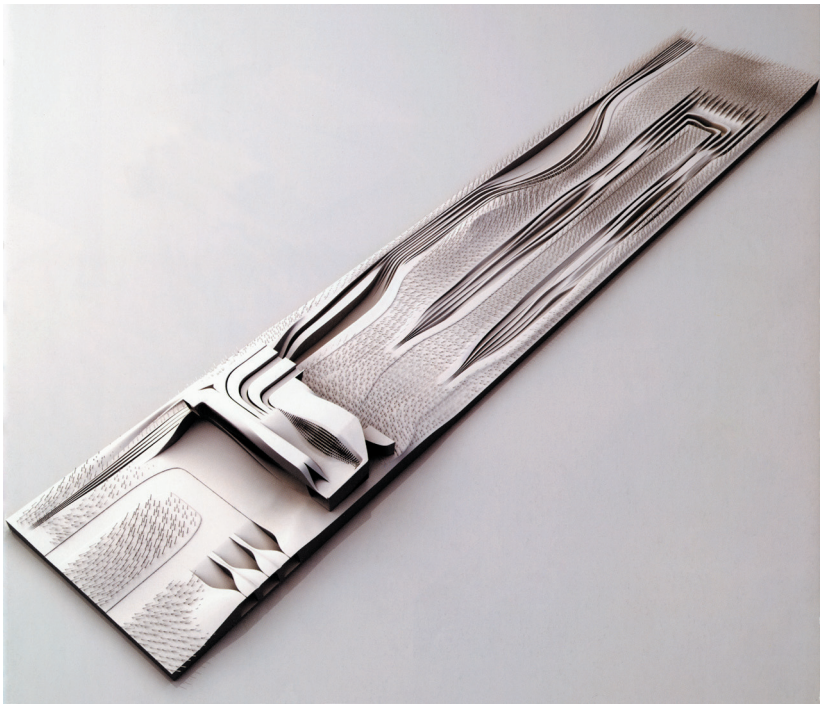
Samuel a notamment travaillé pour Studio Cmmnwlth (New York), Gramazio & Kohler (ETH, Zürich) et UNStudio (Amsterdam), sur de nombreux projets allant de l'échelle de l'objet à celle de l'urbain. Il a aussi effectué une résidence doctorale à l'École nationale supérieure d'architecture de Lyon en plus d'être diplômé de l'Architectural Association Visiting School de Los Angeles. Ses recherches financées portent sur le développement des nouvelles technologies en architecture et la question de la haute résolution. Il fut commissaire de l'exposition « La bibliothèque d'Alfred Neumann 1900-1968 », en 2019 avec Georges Teyssot, accompagnée du catalogue publié aux éditions B2 à Paris, et professeur responsable des installations architecturales du premier MNBAQ Gala en collaboration avec Shohei Shigematsu (OMA) en 2018. [samberlav.com]

Après quelques décennies d'explorations avec l'outil numérique, doit-on encore soulever la question du contrôle qu'a l'homme sur la machine, afin d'élucider quelle part du projet revient aux décisions de l'architecte en opposition avec ce qui est généré par le programme informatique ? Alors que l'on peut facilement identifier le point de départ de cette discussion avec la cybernétique, cette science du contrôle introduite par Norbert Wiener[1], il est plus ardu d'en suivre les ramifications récentes. Pour les observateurs se trouvant à l'extérieur du cercle hermétique de l'architecture numérique, cela peut représenter une impasse complète. Toutefois, pour les concepteurs numériques, il en est tout autrement. À travers la composition de modèles formels et algorithmiques, cette dichotomie refait surface à chaque pas dans l'évolution conceptuelle du projet. Doit-on favoriser l'autonomie du concepteur ou miser sur l'imprévisibilité des processus génératifs ? Afin d'éclaircir le tout, nous proposons d'analyser les répercussions d'une telle question sur la progression de l'architecture numérique, en étudiant la relation entre deux entités fondamentales : l'*objet* et le *champ*. Suivant une approche chronologique, nous observerons d'abord comment le champ matérialisera des flux de données en masses architecturales, où l'émergence d'une singularité est dictée par les relations locales. Ensuite, une première interaction entre ces deux éléments mènera au *champ d'objets*, alors que les géométries architecturales varieront selon les données contextuelles. En réaction à cela viendra l'*objet* architectural, comme entité autonome créée de toute pièce par l'architecte. Finalement, nous arriverons au cœur de l'article avec le concept de l'*objet-champ*, lui qui propose une réconciliation entre l'autonomie dans la conception architecturale et la contingence de la simulation numérique.

1 Bien que le terme *cybernétique* soit introduit en 1948 par la publication du livre de Norbert Wiener, *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine*, la cybernétique se développera dans les années 1940, à la suite des recherches militaires menées pendant la Seconde Guerre mondiale, puis lors des fameuses conférences Macy à partir de 1946 (Triclot, 2008).

CHAMP

Depuis leur découverte par Michael Faraday, lors de ses travaux sur l'électromagnétisme, les champs de force ont permis de constater que « l'espace n'est pas un milieu inerte, mais un champ d'énergie, parcouru de lignes de force » (Macé, 1998). L'emplacement spatial d'un objet, par conséquent sa position dans le champ de force, détermine d'emblée la relation qu'il entretient avec l'énergie en présence. Un élément des recherches de Faraday sera intégré, quelques siècles plus tard, dans l'amorce d'une architecture numérique : soit l'actualisation matérielle, donc visible, des forces invisibles du champ. Armés de logiciels d'animation, ces architectes élaboreront deux méthodes opposées. Une première, où des corps mous [ang. *soft bodies*] seront déformés, puis animés, par les forces du champ (Lynn, 1999), et une deuxième où le champ vectoriel évoluera vers la génération de formations architecturales (Rahim, 2006). Dans cette dernière approche, le processus



△ Figure 1. Contemporary Architecture Practice (Ali Rahim), *Résidence pour un designer de mode*.

de formation est mis en avant par rapport à la finalité architecturale, alors que le projet se définit principalement par son interconnectivité locale. Comme l'expose Stan Allen, dans l'important texte *Field Conditions*, l'architecte va concevoir des systèmes capables de capter les tensions perceptibles, mais souvent invisibles du site, afin de les transformer en élément physique et spatial (Allen, 1997). Les « formations catalytiques » d'Ali Rahim concrétisent cette explication, alors que l'événement architectural émerge littéralement de la base des relations actives d'un système ouvert [ang. *bottom-up*], pour y générer des tours, des habitations, des commerces, et autres programmes architecturaux[2]. Une telle démarche oblige évidemment le concepteur à faire confiance à l'environnement évolutif numérique qu'il a mis en place, puis à apprendre à le maîtriser afin d'y voir apparaître l'imprévisibilité brute liée à cette complexité (Allen, 1997). Une double dépendance se crée alors entre l'objet généré et le champ. Premièrement, l'objet encaissera l'influence du champ : « Il est soumis aux forces du champ : il est en un certain point du gradient par lequel on peut représenter la répartition du champ » (Simondon, 1964). Deuxièmement, sa présence dans ce même champ influencera ensuite le degré de différence, puisqu'il « intervient dans le champ à titre créateur et actif, en modifiant les lignes de force du champ et la répartition du gradient ; on ne peut pas définir le gradient d'un champ sans définir ce qu'il y a en tel point » (Simondon, 2005). De cette façon, le philosophe Gilbert Simondon démontre l'importance de l'associativité dynamique et réciproque entre l'objet et son milieu énergétique. Cette interaction continue invalide la notion de *stabilité* dans le champ, qui découlerait d'une relation linéaire dans le système, aux dépens de la notion multiphase de *métastabilité*, qui résulte d'une relation non linéaire (Simondon, 1964).

D'autres groupes d'architectes, tels Kokkugia, Ruy Klein et Biothing, utiliseront des systèmes d'agents capables d'auto-organisation[3], des simulations de fluides et des marqueurs magnétiques, afin de produire des conditions matérielles dans le champ, traduisant de façon numérique le « désordre » de la réalité objective (Daston & Galison, 2007). Un avantage indéniable se dégage de ces expérimentations. Ces processus génératifs, alors nourris par les relations avec leurs milieux, feront émerger le projet

2 Voir les projets de l'agence Contemporary Architectural Practice (CAP) d'Ali Rahim et Hina Jamelle.

3 Les agents sont des particules numériques qui suivent certaines règles simples pour se déplacer (avancer dans une direction, conserver une certaine distance de ses voisins...). Lorsque l'on simule une population d'agents, il est possible de voir apparaître des comportements émergents, similaires aux formations de vol des oiseaux, ou à des bancs de poissons.

à l'endroit le plus intense du champ, au point culminant où tout se passe (Deleuze & Guattari, 1980). Le champ n'est donc pas seulement un être en relation, mais bien *l'être de la relation*, comme le spécifie Simondon (Simondon, 2005). La limite se brouille, entre le commencement du projet architectural et la fin des relations qui l'ont initialement formée, puis l'on réalise que « le fossé entre ce que l'on sait et ce que l'on croit savoir se creuse dangereusement » (Taleb, 2012).

CHAMP D'OBJETS

Plusieurs architectes voudront ensuite matérialiser la globalité des informations du champ, pour actualiser son gradient complet plutôt que de faire émerger la singularité. À cette fin, un composant élémentaire sera conçu (un fragment de façade, un module spatial, une forme diagrammatique qui sera éventuellement transposé en bâtiment [ang. *placeholder*], etc.), suivant la définition d'un stade primitif neutre, puis de réactions possibles selon le flux d'informations qu'il reçoit (Oxman, 2014). Après quoi, la distribution de ce composant, sur une surface ou dans l'espace architectural, viendra créer un champ d'objets. Suivant son positionnement spécifique dans le champ, chaque composant/objet s'adaptera conformément, pour ainsi créer un ensemble de variations continues (Hensel & Menges, 2006). Cela aura comme conséquence négative de noyer l'émergence et la métastabilité, deux éléments primordiaux à la fertilité du champ, dans un système à l'évolution stable et prévisible. Ce que l'on qualifiera d'*architecture paramétrique* octroie toutefois un niveau élevé de contrôle au concepteur, alors que les caractéristiques fondamentales des composants, définies initialement, ne sont pas altérées dans le développement du projet. Simplement le degré de variation, par ratio ou intervalle, sera appelé à changer selon l'intensité des relations qu'il entretient avec le champ. Cette approche sera si populaire, tant dans le milieu académique que dans la pratique, que Patrick Schumacher, maintenant en charge de l'agence Zaha Hadid Architects, décidera de la promouvoir au titre de style architectural : le paramétricisme (Schumacher, 2011). La transformation d'une technique de modélisation

△ Figure 2. Zaha Hadid Architects, *Kartal Pendik Masterplan*, Istanbul, Turquie, 2006.

en « recette conceptuelle », comportant dogmes et tabous[4] à respecter, viendra nécessairement aseptiser les résultats. Cela est particulièrement vrai dans les projets à grande échelle, tels que le Kartal Pendik Masterplan de ZHA, où les déformations variables de blocs urbains génériques offrent avant tout une satisfaction visuelle.

Plusieurs critiqueront le paramétricisme de Schumacher, suivant deux aspects importants. D'abord, l'utilisation d'un système de connexions holistiques ne peut être analysée que par ses relations, puisque les résultats possibles sont aussi nombreux que les liens qui le composent. Comme le souligne le philosophe Graham Harman : « Les entités [d'un tel système] n'ont pas de réalité autonome, elles tiennent leur réalité des choses avec lesquelles elles sont en relation » (Harman, 2013). Comme si l'ensemble des propriétés de l'objet étaient « vaporisées dans l'empire de l'interconnexion infinie » (Harman, 2010). Il est donc ardu de discuter uniquement des qualités de l'objet architectural, puisqu'elles sont le résultat d'une actualisation du flux d'informations présent dans le réseau à ce moment précis.

4 Les dogmes du paramétricisme : toutes formes doivent être paramétriquement malléables, doivent se différencier progressivement (suivant des ratios variables) et doivent se comporter de façon systématique. Les tabous du paramétricisme : éviter toute géométrie rigide, toute répétition simple et toute juxtaposition d'éléments non liés au système principal (Schumacher, 2009).

Ensuite, bien que l'intention initiale du champ d'objets vise l'intégration de l'hétérogénéité dans la conception architecturale, le résultat est souvent à l'opposé. L'imprévisibilité du champ de force se retrouve réduite à une quasi-homogénéité architecturale, alors que les bâtiments ne sont qu'à une déconnexion près de retrouver leur stade primitif de composant. Cette priorité des relations sur l'objet sera même identifiée par Mark Foster Gage comme un mal paralysant la discipline et le discours architectural[5]. Il proposera alors un retour à une architecture capable de se justifier par son unique existence, et non par ses dépendances relationnelles (Gage, dans Davidson, 2015).

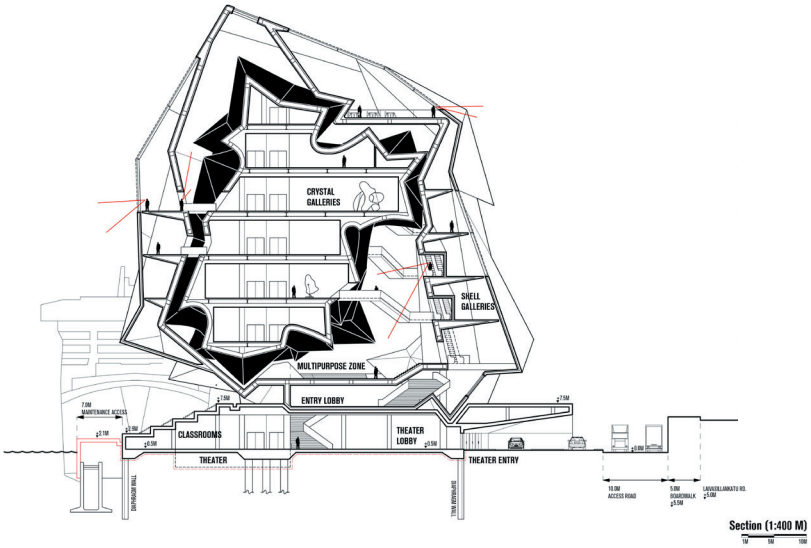
OBJET

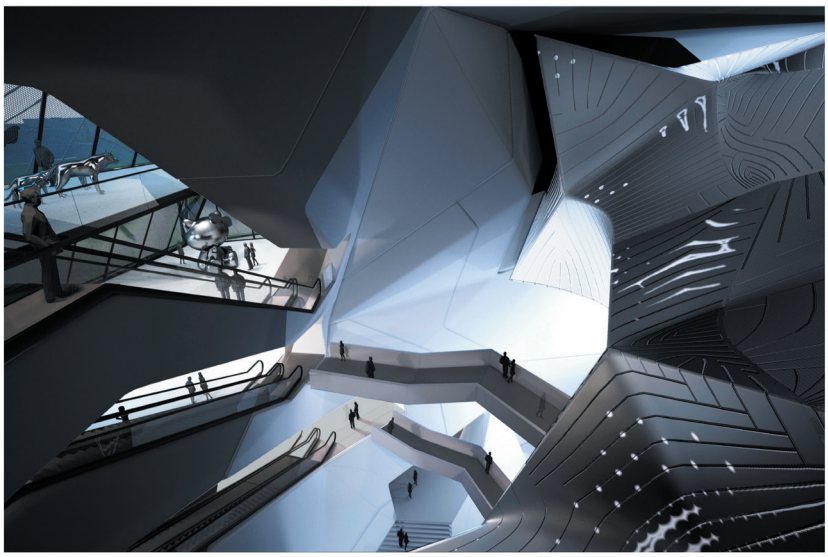
Cette transition idéologique suivra l'intégration de l'ontologie orientée objet (OOO) à la pensée architecturale[6]. Celle-ci propose un régime plat des objets : une ontologie plate [ang. *flat ontology*], où les hiérarchies s'effondrent pour laisser place à l'égalité de « tout ce qui est individué » (Garcia, 2010). L'intérêt principal de l'OOO pour l'architecture sera le positionnement des « entités concrètes [qui] redeviennent un problème philosophique central » (Harman, 2002). Il s'agit donc d'une philosophie où les objets peuvent être abordés « en soi » (Meillassoux, 2006), au centre d'un schème métaphysique requérant d'admettre qu'ils n'existent pas seulement en rapport à nous (Bogost, 2012). Par le fait même, les objets gagnent une autonomie existentielle, et cela questionne nécessairement les relations qu'ils entretiennent entre eux et avec leur contexte. Plusieurs architectes s'en inspireront pour recentrer leurs recherches sur l'objet architectural même, où ce dernier est envisagé comme un élément autonome, et comme principale source de connaissance (Young, 2015).

Comme le mentionne Michael Young : « En tant qu'architectes, nous concevons des objets. Nous pouvons spéculer sur les événements qu'ils engendreront, nous pouvons simuler et évaluer leurs effets et performances,

5 Gage ne sera pas le seul à faire ce constat. Eric Owen Moss fera de nombreuses interventions sur cette question lors, entre autres, de sa participation au symposium sur l'architecture et la beauté (Sci-Arc, 2011) et lors d'un débat sur les éléments fondamentaux sur l'architecture et l'autopoiesis (AA, 2011) organisé par Schumacher.

6 Il est à noter que David Ruy (RuyKlein) sera l'un des premiers à importer les idées de l'OOO dans la sphère architecturale.





△ Figure 3. Tom Wiscombe Architect, *Guggenheim Helsinki*, Finlande, 2015.

nous pouvons espérer qu'ils génèrent des relations dans le futur et que leurs succès soient alors jugés en ces termes, mais au moment de la conception, nous créons des objets et devons les traiter comme tels » (Young, 2015). Que signifie donc concevoir l'architecture par l'objet ? Il ne s'agit pas de créer gratuitement des formes ou de provoquer l'iconique, mais plutôt de décaler l'emphase du processus génératif vers l'objet et ses qualités intrinsèques (Retsin, 2016a). Qu'elles soient matérielles, formelles, spatiales, ou autres, ces spécificités résulteront de la conception de l'objet même. Plusieurs projets de Tom Wiscombe illustrent ces propos, alors qu'il utilise une stratégie d'imbrication d'objets (espace habitable clos accueillant les éléments programmatiques du projet) à l'intérieur d'un plus grand objet (la coque extérieure du bâtiment). Wiscombe souhaite ainsi dépasser la surface numérique et requestionner les profondeurs du volume architectural (Wiscombe, 2014). Sa proposition pour le Guggenheim Helsinki en est un bon exemple. La tension créée entre les salles d'expositions et le volume principal amène celui-ci à se déformer telle une membrane, en s'adaptant aux poussées internes, pour épouser sporadiquement leurs particularités formelles. Les principales conséquences seront, premièrement, la séparation avec l'environnement extérieur par une conception égocentrée, pour ainsi composer son propre contexte. Deuxièmement, les qualités spatiales du bâtiment, tels les atriums interstitiels entre les objets cachés, qui résulteront de l'objet même, et non de ses relations extérieures.

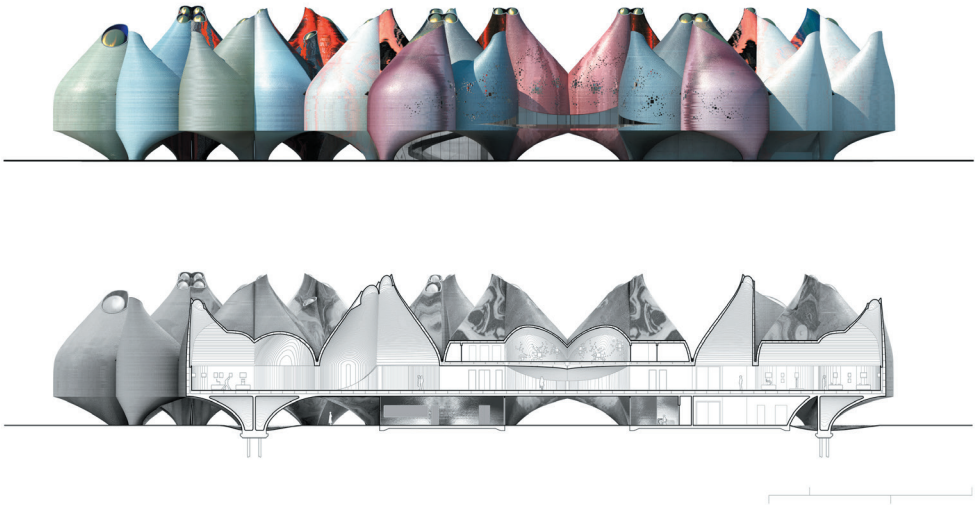
Ainsi, le thème de l'autonomie devient central à la conception de l'objet architectural. Bien sûr, l'architecte retrouve le contrôle complet sur le projet, en l'extirpant du système relationnel du champ d'objets. Mais au-delà, l'objet même gagne une autonomie par sa séparation face au contexte[7]. Il devient une sorte d'architecture absolue, comme le souligne Pier Vittorio Aureli : « Le terme *absolu* est destiné à accentuer, autant que possible, l'individualité de la forme architecturale lorsque celle-ci est confrontée à l'environnement dans lequel elle est conçue, puis construite. *Absolu* est utilisé non pas dans le sens conventionnel de la "pureté", mais dans son sens d'origine, signifiant une chose qui est totalement elle-même après avoir été "séparée" des autres » (Aureli, 2011)[8]. Par conséquent, certains architectes, tels Young & Ayata, utiliseront l'objet autonome et autoréférentiel comme

7 La notion d'autonomie a été au cœur de plusieurs discours architecturaux dans l'histoire ; initialement introduite par Emil Kaufmann dans son explication de la libération des architectes face à l'ordre classique, en optant pour une approche plus libre et flexible dans la composition des volumes (Kaufmann, [1933]).

8 Le surlignement italique et les guillemets proviennent du texte original.

modus operandi. Leur proposition gagnante pour le nouveau Bauhaus Museum débute par la conception d'une vase élémentaire [ang. *vessel*] qui sera ensuite copié, déplacé, puis pivoté sur une trame, menant à un dialogue collectif qui forme un plus grand objet autonome, le musée [ang. *vessel collective*]. Alors que de l'extérieur on y perçoit une collection de vases adossés les uns aux autres, l'espace intérieur résulte de la fusion de ces objets. Cela engendre une liberté horizontale au niveau du plan, et occasionne une surprenante série d'étirements verticaux, similaires à des voûtes déformées, laissant ainsi pénétrer la lumière zénithale.

Il est important de comprendre que cette autonomie par séparation ne signifie pas l'isolation complète de l'architecture : il s'agit plutôt d'une affirmation de l'unicité du projet et de ses qualités distinctes. Cette séparation permet le contraste avec certains éléments de son environnement, développant ainsi une relation à distance avec eux, sans toutefois être réduite à celle-ci.



△ Figure 4. Young & Ayata, *Bauhaus Museum, Vessel Collective*, Dessau, Allemagne, 2015.

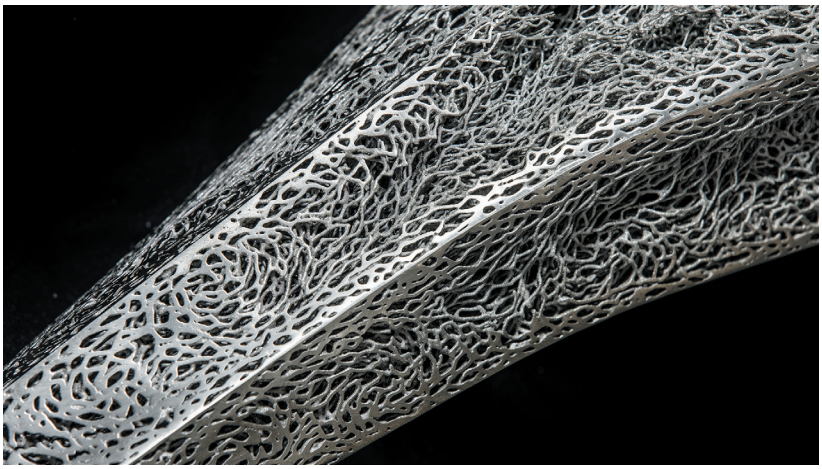
OBJET-CHAMP

Récemment, plusieurs ont tenté de réconcilier l'autonomie de l'objet architectural et l'imprévisibilité du champ. Plutôt que de faire émerger l'objet du champ de force, ou de distribuer des objets dans le champ, ils tenteront cette fois de positionner le champ à l'intérieur même d'un objet aux formes préalablement définies. Nous qualifierons le résultat d'objet-champ. Un étonnant dialogue de simplexité s'établit entre l'objet conçu, souvent de forme simple, et le champ, générant en lui une matérialité complexe. Par conséquent, l'analyse de l'objet-champ est relative à l'échelle à laquelle on l'observe. À l'échelle macro, les caractéristiques simples de l'objet se démarqueront, alors qu'à l'échelle méso, toute la complexité du champ s'émancipera à travers son expression matérielle. Finalement, l'échelle micro dévoilera les unités élémentaires presque simplistes, celles qui seront appelées à évoluer dans le champ, à l'intérieur du domaine de l'objet (Kluger, 2008) [9]. De cette façon, une relation symbiotique pourra s'établir entre l'objet et ses éléments constituants, puisque, comme l'argumente le philosophe Timothy Morton, « rien n'existe complètement par lui-même, et donc rien n'est entièrement "lui-même" » (Morton, 2010).

Cette réflexion sur l'échelle, ou plutôt sur la « résolution » de l'architecture, sera catalysée par plusieurs facteurs, dont le développement technique d'imprimantes 3D à haute précision, capables de fabriquer des objets d'une finesse jusqu'alors inégalée[9]. Il est donc possible d'intégrer au processus de conception la hiérarchie multiscalaire de la matière, en programmant son positionnement micron par micron (Sheil, 2014), lors de la génération d'objets-champ. Dans cette voie, le projet RMIT Lace de Roland Snooks démontre le potentiel d'une conception à « haute résolution »[10]. Débutant par la modélisation d'un volume creux, Snooks y déploiera, de manière algorithmique, une population d'agents cherchant à développer un comportement émergent. À travers une évolution itérative, ces agents numériques seront transformés en masse fibreuse, par la matérialisation de leurs déplacements. De cette façon, les caractéristiques physiques découlent de l'intérieur même de l'objet, sans toutefois être explicitement modélisées. Le résultat offre une expression alternative du volume initial,

9 La précision des imprimantes 3D industrielle peut aller jusqu'à +/- 15 microns.

10 Collaboration avec le designer Scott Mayson.



△ Figure 5. Roland Snooks et Scott Mayson, *RMIT Mace*, Melbourne, Australie, 2015.

à travers un amoncellement de courbes finement entremêlées (Snooks, 2016). L'interaction directe entre l'objet et le champ produit certains effets fascinants, alors que l'on observe des compressions fibreuses à la surface du volume, générant ainsi la prise de l'objet, puis aux extrémités où les agents sont amenés à agir librement, échappant soudainement à l'emprise du volume, pour exprimer la fluidité imprévisible du champ[11].

Cependant, l'utilisation d'imprimantes 3D limite nettement la dimension des projets réalisables. Afin de franchir cet obstacle, une deuxième approche à l'objet-champ passera par l'agencement, la combinaison et la répétition de modules unitaires. Plutôt que d'aborder la question au niveau granulaire, cette fois la réflexion s'amorce à l'échelle méso, suivant une logique de discrétisation de l'architecture. Gilles Retsin proposera une série de projets où l'assemblage complexe d'un simple module produira la totalité du geste architectural. Ces *Stick Projects*, nommés ainsi par l'architecte, débutent par la « dissolution d'un ensemble formel, suivant la composition d'un assemblage poreux qui utilise des pièces prédéfinies. [...] Cette démarche se rapproche des conditions du champ déterminées par Stan Allen [...] elles qui sont essentiellement basées sur la répétition d'éléments sériels et l'effacement graduel des géométries figuratives » (Retsin, 2016). Le processus génératif de ses projets, tels KarlsPlatz, Blockhut et Suncheon

11 Snooks utilisera sera cette méthodologie dans la génération de nombreux projets (tels le NGV Pavilion, le Babiy Yar Memorial et le National Art Museum of China), ainsi que ses recherches approfondies sur les matériaux composites (Composite Wings, Composite Skeleton et Composite Swarm).

Art Platform, est basé sur la voxelisation d'un espace architectural défini, à l'intérieur duquel agit un champ vectoriel[12]. Ainsi, chaque voxel évaluera le champ selon sa position, puis utilisera les données vectorielles pour orienter le positionnement d'un élément discret. Cette boucle itérative se répétera jusqu'au moment où l'ensemble des voxels[13] serot remplacés par ces modules matériels, générant alors l'architecture. Les objets-champs de Retsin représentent un deuxième degré de matérialisation du champ, alors que celui-ci sert avant tout à déterminer l'agencement d'éléments discrets à l'intérieur d'un objet modélisé. Il est donc possible d'argumenter que ces éléments et l'objet sont à la fois autonomes et en relations, ce que le philosophe Levi Bryant qualifiera d'« étrange méréologie ». Tel qu'expliqué par Bryant :

> La méréologie [14] permet aux objets d'entrer en exo-relations (relations externes) les uns avec les autres, mais ils ne sont pas constitués par ces relations. [...] Par conséquent, l'extravagance de cette étrange méréologie réside dans le fait que les sous-ensembles d'un ensemble, donc les petits objets qui composent un plus grand objet, sont simultanément une condition nécessaire à l'objet global tout en étant indépendants de cet objet. De même, l'objet global composé de ces petits objets est lui-même indépendant de ces petits objets. (Bryant, 2011)

Toutefois, la cohérence du tout ne peut se développer qu'à travers l'agencement des modules. Par conséquent, quelques architectes, dont Jose Sanchez, Daniel Köhler et Casey Rehm, développeront différentes méthodes basées sur la combinaison modulaire, pour concevoir des structures architecturales. Les projets Polyomino de Sanchez sont particulièrement significatifs, alors que chaque unité possède un certain nombre de connecteurs, positionnés sur différentes faces ou arêtes, permettant une série de combinaisons, tout en rendant d'autres impossibles[15]. Ce casse-tête tridimensionnel forme l'objet-champ grâce à l'agrégation discrète, guidé par un processus alliant itération algorithmique et intuition du concepteur (Sanchez, 2016). Les qualités finales de l'objet-champ émergeront de cet assemblage, où l'expression d'une nouvelle syntaxe permet aux modules d'être déplacés continuellement en conservant leur autonomie.

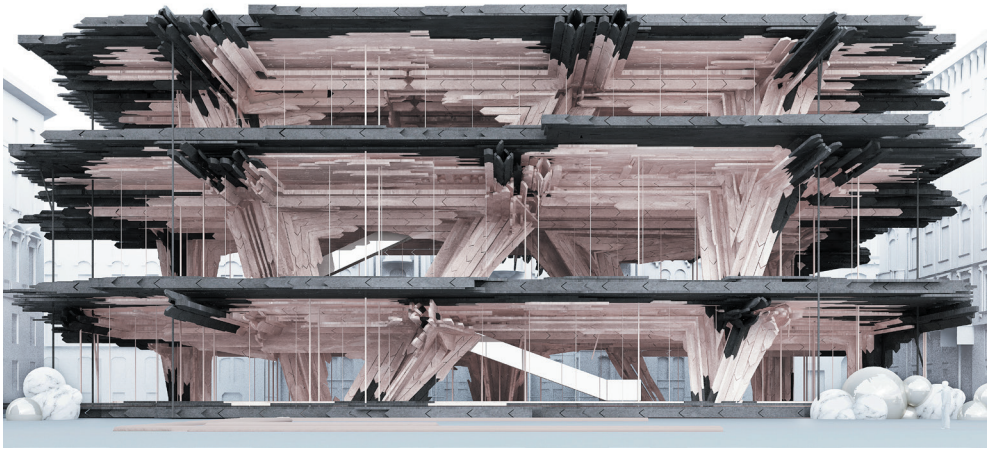
12 Ce champ peut représenter la distribution des charges dans le volume ou simplement des directions vectorielles suivant des points d'attractions ou de répulsions, ou autre élément guidant.

13 Un voxel est l'équivalent tridimensionnel d'un pixel.

14 La méréologie traite des relations entre la partie et le tout.

15 https://www.plethora-project.com/polyomino-1.

En conclusion, la réflexion architecturale basée sur le champ, l'objet et leurs interactions offre plusieurs réponses à la question initialement soulevée, quant à la notion de contrôle dans la conception numérique. L'émergence liée aux processus génératifs ne doit donc pas être perçue comme un élément remettant en cause le rôle du concepteur, mais bien comme un potentiel à exploiter puis à intégrer dans une pensée architecturale rigoureuse. Finalement, par l'unification des aspects d'autonomie et d'imprévisibilité, l'objet-champ explicite clairement l'importance des décisions de l'architecte, ainsi que la nécessité des outils informatiques et machines de fabrication numérique, dans la poursuite d'une architecture novatrice.



△ Figure 6. Gilles Retsin, *KarlsPlatz I*, 2015.

RÉFÉRENCES

Allen, S. (2015 [1997]). « Field Conditions ». *The Digital Turn in Architecture 1992–2002*. Carpo, M., Architectural Design, Londres, Wiley.

Aureli, P.V. (2011). *The Possibility of an Absolute Architecture*. Cambridge MA, The MIT Press.

Bernier-Lavigne, S. (2014). *Pour une architecture de l'écume ; force, forme et matière dans la morphogenèse de l'architecture numérique* [Thèse de doctorat, Université Laval, Québec].

Bogost, I. (2012). *Alien Phenomenology or What It's Like to Be a Thing*. Minneapolis, University of Minnesota Press.

Bryant, L. (2011). *The Democracy of Objects*. Ann Arbor, Open Humanities Press.

Daston, L. et Galison, P. (2007). *Objectivity*. New York, Zone Books.

Davidson, C. (dir.) (2015). *LOG 33*. New York, Anyone Corporation.

Deleuze, G. et Guattari, F. (1980). *Mille plateaux, capitalisme et schizophrénie 2*. Paris, Minuit.

Garcia, T. (2010). *Forme et objet : un traité des choses*. Paris, Presses universitaires de France.

Harman, G. (2002). *Tool-Being, Heidegger and the Metaphysics of Objects*. Chicago, Open Court.

Harman, G. (2010). *L'objet quadruple, une métaphysique des choses après Heidegger*. Paris, Presses universitaires de France.

Harman, G. (2013). « Objets et Architecture, Objects and Architecture ». M.-A. Brayer et F. Migayrou, *Naturaliser l'architecture naturalizing* [Catalogue Archilab]. Orléans, HYX.

Hensel, M. et Menges, A. (dir.) (2006). *Morpho-ecologies*. Londres, Architectural Association Publishers.

Kaufmann, E. (2015 [1933]). *De Ledoux à Le Corbusier. Origine et développement de l'architecture autonome*. Paris, La Villette.

Kluger, J. (2008). *Simplexity*. New York, Hyperion.

Lynn, G. (1999). *Animate Form*. New York, Princeton Architectural Press.

Macé, A. (1998). *La matière*. Paris, Flammarion.

Meillassoux, Q. (2006). *Après la finitude*. Paris, Seuil.

Morton, T. (2010). *The Ecological Thought*. Cambridge MA, Harvard University Press.

Oxman, R. et Oxman, R. (dir.) (2014). *Theories of the Digital in Architecture*. Londres, Routledge.

Rahim, A. (2006). *Catalytic Formations: Architecture and Digital Design*. New York, Taylor & Francis.

Retsin, G. (2016a), « Discrete and Digital » [Actes du TxA Emerging Design + Technology tenu au cours du 77e Congrès annuel et Expo design à San Antonio]. Texas Society of Architects.

Retsin, G. (2016b). « Something Else, Something Raw ». *Evoking Through Design: Contemporary Moods in Architecture. Architectural Design*, vol. 86, nº 6, pp. 84-89.

Schumacher, P. (2009). « Parametricism: A New Global Style for Architecture and Urban Design ». *Digital Cities. Architectural Design*, vol. 79, nº 4, pp. 14-23.

Schumacher, P. (2011). *The Autopoiesis of Architecture. A New Framework for Architecture*, vol. 1. Londres, Wiley.

Sanchez. J. (2016). « Combinatorial design: Non-parametric computational design strategies » [Actes du colloque Acadia 2016]. pp. 44-53.

Sheil, B. (éd.) (2014). « High Definition: Zero Tolerance in Design and Production ». *Architectural Design*, vol. 84, nº 1.

Simondon, G. (1964). *L'individu et sa genèse physico-biologique*. Paris, Presses universitaires de France.

Simondon, G. (2005 [1964]). *L'individuation à la lumière des notions de forme et d'information*. Grenoble, Jérôme Million.

Snooks, R. (2016). « Affects of Intricate Mass ». *Evoking Through Design: Contemporary Moods in Architecture. Architectural Design*, vol. 86, nº 6, pp. 72-77.

Taleb, N. N. (2012). *Le cygne noir : la puissance de l'imprévisibilité*. Paris, Les Belles Lettres.

Teyssot, G. et Bernier-Lavigne, S. (2011). « Forme et information : chronique de l'architecture numérique ». A. Guiheux (dir.), *Action Architecture*. Paris, La Villette.

Triclot, M. (2008). *Le moment cybernétique : la constitution de la notion d'information*. Seyssel, Champ Vallon.

Wiscombe, T. (2014). « Discreteness, or Towards a Flat Ontology of Architecture ». *Project, A journal for Architecture*, nº 3, pp. 34-43.

Young, M. (2015). *The Estranged Object*. Chicago, Graham Foundation.

#04

ÉVOLUTION DES MILIEUX DE LA FABRICATION NUMÉRIQUE

Sébastien Bourbonnais

Les technologies numériques ont entraîné des transformations modifiant radicalement les milieux de la conception architecturale. Ces mutations ont été renouvelées et prolongées récemment avec l'arrivée des machines de fabrication à commandes numériques (CNC). Si la constante numérique assure une continuité entre logiciels et machines, la transposition d'un milieu à l'autre entraîne une série de difficultés et de problèmes obligeant les architectes à repenser l'articulation entre conception et fabrication pour intégrer ces nouvelles machines dans leur pratique.

La reconfiguration de ces milieux s'est produite au travers d'une série d'expérimentations qui, par un processus d'accumulation, permet de tracer des lignées où les attentes, les enjeux et les problèmes évoluent. Cette évolution, relativement rapide, a été néanmoins ralentie par une pluralité de contraintes propres à la construction qui a fait que les objets produits atteignent rarement l'échelle architecturale, mais se trouvent réduits à des bouts de bâtiment, des pavillons, ou encore des installations. L'objectif est de montrer que ces pratiques expérimentales, au-delà ou en deçà des objets produits, ont justement la tâche de transformer progressivement les manières de faire.

L'évolution dans l'utilisation du bras robotisé par l'équipe d'Achim Menges servira à démontrer comment certains architectes ont transformé leurs pratiques afin d'intégrer ces différentes machines CNC.

SÉBASTIEN BOURBONNAIS

Architecte et docteur en architecture, Sébastien Bourbonnais est chercheur associé à Environnements numériques cultures architecturales et urbaines (EVCAU) et consultant de recherche chez Asynth. Il recherche comment concilier les explorations formelles au travers de processus numériques, parfois très complexes, avec les qualités spatiales et d'ambiances des architectures réalisées. Il questionne également les reconfigurations des pratiques architecturales dues à l'arrivée des machines à commandes numériques, de type robot, rendant opératoires de nouveaux modes de fabrication des édifices.

Les milieux de la conception architecturale ont été radicalement transformés par l'emploi des ordinateurs à partir de la fin des années 1980. Ces mutations se sont vues renouvelées et prolongées avec l'arrivée des machines de fabrication à commandes numériques (CNC). Ces avancées technologiques récentes, composées de différentes machines et dispositifs (bras robotique, découpeuse laser, fraiseuse, imprimante 3D), ont la particularité d'offrir un continuum numérique avec les logiciels utilisés pour la conception. Cette continuité a néanmoins obligé les architectes à remanier leurs processus de conception afin de rendre opératoires ces nouveaux modes de fabrication.

Parmi les premiers à expérimenter ce continuum, du fichier à l'usine (*file to factory*), on retrouve le groupe Objectile avec son concept d'*architecture associative*, concept forgé au début des années 2000 qui consistait principalement en la création d'un logiciel capable d'assurer le passage entre la conception et la fabrication. Cette associativité s'est répandue plus largement, avec plusieurs équipes d'architectes qui ont commencé à utiliser les différentes machines CNC, créant ainsi un milieu intermédiaire pour produire des objets inusités.

Il sera ici question de chercher à comprendre les manières dont certains architectes ont investi ces milieux, en portant notre attention sur les évolutions dans l'utilisation de la machine de fabrication. Notre analyse portera sur l'utilisation du bras robotique par l'équipe rattachée à l'Université de Stuttgart d'Achim Menges. Il s'agira de suivre les différentes modifications qu'ils ont apportées dans leur façon de faire et observer les différents dispositifs techniques créés pour répondre au mieux à leurs intentions architecturales.

L'objectif est de montrer que par l'utilisation innovante de ces machines, ces architectes ont conçu leur projet-objet dans un nouveau milieu, combinant

à la fois les tendances techniques des machines utilisées et certaines préoccupations architecturales renouvelées.

L'ENJEU DE LA FORME NON STANDARD

Afin de comprendre la création de ce milieu de la fabrication, ses spécificités, il est important de retourner à la période des années 1985-2005, où les milieux architecturaux ont été fortement bouleversés. Plusieurs architectes de cette époque ont vu dans les technologies numériques un moyen de transformer en profondeur l'architecture, principalement par les possibilités qu'offraient les nouveaux logiciels de simulation. Le mouvement, l'animation, la variation continue de la forme ont subitement fasciné plusieurs architectes de manière si intense que l'obligation de construire a semblé pendant un court instant ne plus faire partie des préoccupations principales. Les architectes se laissaient guider par ces nouvelles potentialités technologiques et cherchaient tant bien que mal à proposer une architecture à la limite des capacités technologiques disponibles.

Ces expérimentations, multiples et enthousiasmes, ont surtout été exprimées par différentes explorations formelles originales, jamais vues et non standard. Le point culminant de cet engouement pour le pouvoir déstabilisant des logiciels de simulation a coïncidé avec l'exposition *Architectures non standard* – présentée au Centre Pompidou à Paris, du 10 décembre 2003 au 1er mars 2004 –, a constitué un véritable moment de bascule. Avant d'aborder ce basculement, jetons un œil sur ce que cherchait à saisir l'appellation « non standard ».

L'analyse non standard était présentée comme « un refus de la standardisation entendue comme facteur fondamental de l'industrialisation, comme principe déterminant du modernisme en ce qui s'attache au déploiement d'une production en série » (Migayrou, 2003).

À y regarder de plus près, on remarque que le refus de la standardisation repose principalement sur sa conséquence comme production en série, c'est-à-dire une homogénéisation de la production par des objets aux formes répétitives, comme celles par exemple des voitures de série. Cette idée de

la standardisation avait néanmoins été défendue par certains architectes *modernes*, comme Walter Gropius lors de sa conférence de 1926. Cette conférence est d'ailleurs commentée dans le catalogue de l'exposition par Walter Prigge, spécialiste du Bauhaus, invité à intervenir sur la norme et le standard (Prigge, 2003). Prigge nous rappelle que la question de Gropius était : comment passe-t-on d'un mode de production artisanal à un mode de production industriel, analytique et rationnel ? L'explication se développe comme suit : l'industrialisation apporte de nouvelles méthodes de fabrication, de nouveaux matériaux, et afin de rendre efficace cette nouvelle réalité technique, les architectes vont se servir du projet comme instrument pour analyser et rendre opérationnelles ces nouvelles méthodes.

Comme Prigge l'explique, c'est grâce à cette ambition que « le projet architectonique devient "théorique". Il engrange ce savoir technique de production concernant l'analyse/démontage et la synthèse/montage et ce faisant, il détient la "théorie" de la production/reproduction de types » (Prigge, 2003). En d'autres termes, l'architecte a la tâche d'intégrer à son projet les modes de production industriel. La conception architecturale subit indirectement les processus de normalisation définis par l'industrie.

À la lumière de ces explications, on peut avancer que ce que cherchait le non-standard, grâce entre autres aux technologies numériques, c'était de retrouver une certaine autonomie de la normalisation qui pouvait « fluctuer » selon des considérations qui ne relevaient plus uniquement de la production en série induite par les procédés de standardisation industriels. Le non-standard cherchait ni plus ni moins à libérer l'architecte et l'architecture de cette emprise des modes de production industriels, répétitifs et standardisés.

Si l'on suit ce raisonnement jusqu'au bout, on s'aperçoit que les intentions du non-standard, même si plusieurs n'y ont vu qu'une exploration de la forme (Carpo, 2005), nécessitent de penser un nouveau milieu de la construction, avec la capacité d'offrir une flexibilité ou alternative au pouvoir normatif de l'industrie. Il n'est pas anodin de souligner qu'une large partie des architectes présents à l'exposition se sont emparés des nouvelles machines CNC. Cela étant dit, la mise en place de ce milieu intermédiaire, alternatif, a soulevé plusieurs difficultés et a demandé de nombreux efforts que nous détaillerons ici.

LE DUR PASSAGE À LA CONSTRUCTION

Les architectures non standard, celles qui ont été construites à l'époque de l'exposition, ont rapidement montré les limites de ces aspirations. Les premières réalisations ont fait voir les nombreuses difficultés de construire les objets simulés derrière l'écran. Cette tâche n'a pas été aisée, malgré l'expression revendiquée par plusieurs *file to factory* qui laissait entendre un transfert d'information simple, où l'édifice serait réalisé en quelques clics. Le transfert d'informations d'une machine à une autre comporte plusieurs problèmes d'ordre technique, de compatibilité, et nécessite encore aujourd'hui l'intervention humaine pour assurer son bon fonctionnement. Parmi les premiers à s'être engagés sur cette voie et à avoir attaqué le problème directement, notons les architectes Bernard Cache et Patrick Beaucé du groupe Objectile, avec leur proposition d'*architecture associative*. « L'associativité est la constitution, au moyen d'un logiciel, du projet architectural en une longue chaîne de relations, depuis les premières hypothèses de conception jusqu'au pilotage des machines qui préfabriquent les composants destinés à s'assembler sur le chantier » (Cache, 2003).

Cette associativité peut être comprise comme la tentative d'associer deux milieux : celui de la conception et celui de la fabrication qui étaient, tous deux, autour des années 2000, en grande mutation[1]. Leur objectif était principalement d'intégrer les logiques des machines de fabrication dans les milieux de la conception, au travers d'un logiciel capable d'assurer le transfert d'informations, afin de pouvoir les manier efficacement.

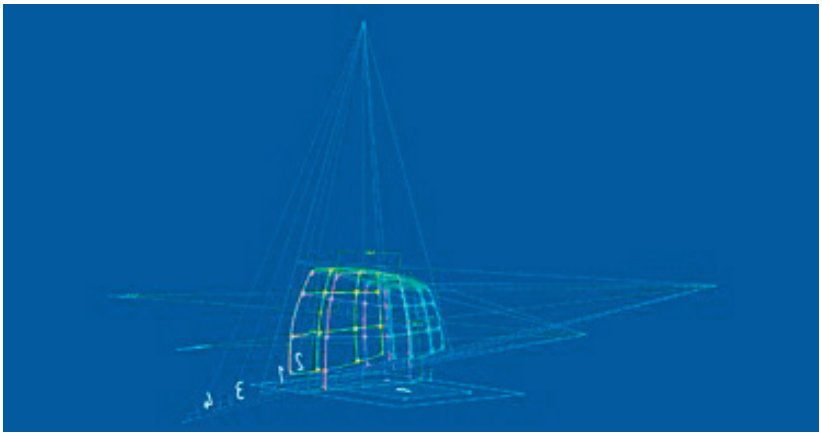
Le problème majeur auquel Objectile fut confronté a été celui de réaliser un modèle informatique performant et flexible qui serait en mesure de supporter l'ensemble des modifications souhaitées, sans restriction, sur un objet architectural qui, lui, pourrait contenir un nombre élevé d'éléments complexes. Pour le dire autrement, au fur et à mesure que le projet se développait et se complexifiait, il devenait de plus en plus compliqué d'assurer la cohérence de la maquette numérique pour la transférer aux machines CNC. Par exemple : « Dans le Pavillon Semper, l'ensemble des éléments reposait sur une base plane. [...] Les hypothèses du projet eussent-elles

1 En plus de l'amélioration considérable des logiciels de conception en architecture, il est important de souligner que c'est aussi autour des années 2000 qu'apparaît la mouvance des *makers* et la mise en place des premiers *fab labs*. À titre indicatif, c'est en 1998 que Neil Gershenfeld débute son cours « Comment faire (presque) tout (ou n'importe quoi) » au MIT.

changé, le recalcul et la régénération de l'ensemble des éléments auraient probablement demandé bien plus d'une semaine » (Cache, 2003).

L'effort technique pour améliorer ces processus a été réalisé pour le pavillon de l'Orme (2001), par la transformation de la modélisation informatique. Il n'a plus été question de penser le pavillon comme un assemblage d'éléments isolés, dessinés un par un, mais plutôt de penser le modèle au travers des relations qui s'établissaient entre chacun des éléments. Les relations devenaient premières, les architectes ne déplaçaient plus des éléments mais manipulaient les relations entre les éléments modélisés. Les attaches et les 45 panneaux du pavillon étaient chacun reliés à un point de fuite qui, pouvant être déplacé un nombre indéterminé de fois, assurait le recalcul exact, presque instantané, de chacun des éléments et de leur position dans l'ensemble. Cette transformation du modèle leur a permis d'apporter des modifications sur le modèle jusqu'aux derniers instants avant la fabrication, sans redouter les incohérences.

Ce procédé avait l'avantage non négligeable et même essentiel, pour Cache et Beaucé, d'obtenir un gain de productivité facteur 100. Ce gain, considérable, était dû aux perfectionnements apportés par Objectile sur la manière de penser l'objet-modélisation. L'amélioration reposait principalement sur une transformation du milieu de la conception qui s'ajustait à de nouvelles machines de fabrication. Même si ces dernières provenaient encore de l'industrie, on remarque néanmoins que celle-ci n'a plus la même emprise sur le fonctionnement et surtout le rendement de ces machines.



△ Figure 1. Objectile, *Pavillon de l'Orme*, 2001.

EMPRUNT À UN MILIEU DÉJÀ LÀ

Il faut ici préciser que la plupart des machines utilisées, celles avec une zone d'action importante, comme la fraiseuse ou le bras industriel robotisé, ne sont pas nouvelles, existent même depuis plusieurs années, mais intéressaient peu les architectes jusqu'à très récemment.

L'analyse de l'anthropologue André Leroi-Gourhan dans *Milieu et technique* (1945) peut nous aider à formuler une hypothèse. Dans son travail archéologique, Leroi-Gourhan soulève les difficultés à discerner si l'objet trouvé a été inventé par le groupe de ce lieu ou seulement emprunté à un autre groupe, extérieur, qui est passé par là. Pour l'anthropologue, ce problème n'en est pas véritablement un car, dans les deux cas, il est nécessaire que le milieu technique du groupe soit favorable, autant pour inventer un nouvel objet que pour simplement « emprunter » un objet venant de l'extérieur. L'emprunteur doit être apte à recevoir le nouvel objet (Leroi-Gourhan, 1973). Posséder le « moyen de le recevoir » laisse entendre que le milieu des emprunteurs doit posséder les aptitudes techniques nécessaires afin de voir la pertinence de cet objet. Leroi-Gourhan nous montre qu'il existe un entre-deux technique dans lequel un objet peut être emprunté. Si le milieu est techniquement trop évolué, l'objet ne l'intéresse pas, car il a déjà mieux. Au contraire, si le milieu n'est pas suffisamment évolué, il ne comprend pas l'intérêt de cet objet, et par conséquent ne le récupère pas.

L'hypothèse de l'intérêt soudain des architectes pour les machines CNC peut être formulée en disant que tant que le milieu de la conception n'était pas suffisamment développé, avancé, les architectes ne voyaient pas l'intérêt d'employer ces machines.

C'est pour cette raison que l'évolution des milieux de la conception, grâce à des avancées technologiques comme le développement des logiciels paramétriques, et dans une autre mesure l'invention des imprimantes 3D ou découpeuses laser, a son importance dans la manière dont les architectes investissent ce milieu intermédiaire et s'approprient les machines CNC, comme le bras robotisé. Ces expérimentations héritent dans un certain sens des préoccupations qui avaient été soulevées dans les transformations des milieux de la conception.

Il est par conséquent important de distinguer cet enthousiasme récent pour les différentes machines CNC avec les groupes d'architectes-ingénieurs qui ont investi, dès les années 1970-1990, le milieu de la construction via la robotique et l'automation. Ceux-ci ont principalement travaillé à une *conception* du chantier, en développant et améliorant différentes machines. Leurs utilisations de ces machines ont été faites pour régler des problèmes de chantier, mais pas pour intervenir sur la conception de l'objet à réaliser.

Les architectes qui *empruntent* aujourd'hui les machines CNC cherchent avant tout à les associer au milieu de la conception. Cette association a pour but d'assurer le prolongement des explorations formelles et, comme on l'a vu, de proposer une alternative au mode de production standardisé. Il n'est certainement pas question d'améliorer le chantier, mais de le renouveler complètement, en créant un milieu spécifique qui, lui, pourra répondre aux préoccupations de l'architecte.

Par conséquent, le milieu qui s'est ouvert a vu apparaître plusieurs problèmes d'ordre technique, liés à ces machines d'emprunt. En effet, ces machines, comme le bras robotique, ont été créées à l'origine pour accomplir certaines tâches, et non pour répondre aux exigences spécifiques à l'architecture. C'est dans ce sens qu'une période d'adaptation, puis d'appropriation a été nécessaire afin d'intégrer ces machines dans les pratiques architecturales. Cette appropriation se réalise progressivement par imitation, détournement, et par des conduites inventives qui placent les architectes à l'origine de ce nouveau milieu.

L'EXEMPLE DU BRAS ROBOTIQUE : DÉTOURNEMENTS ET INVENTIONS

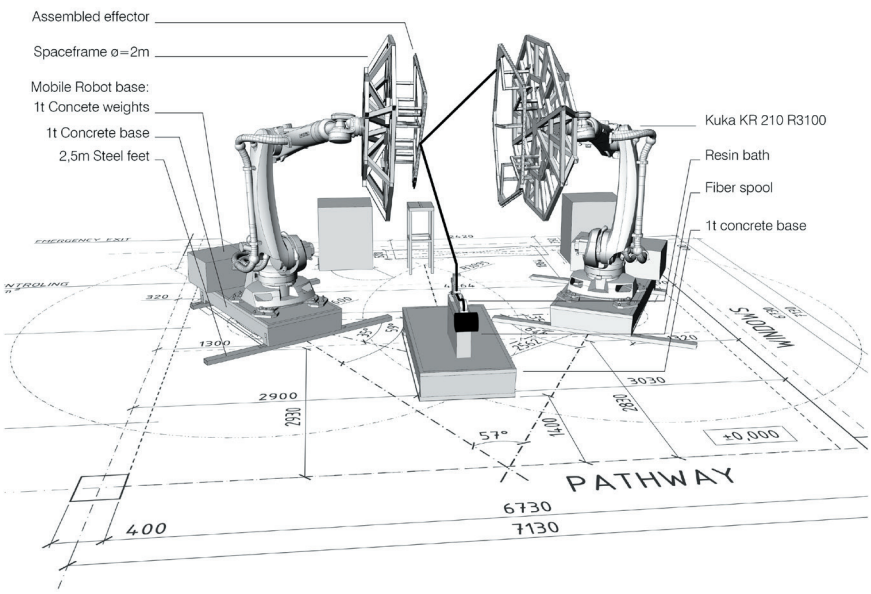
Dans son analyse des objets techniques, le philosophe Gilbert Simondon propose deux types de perfectionnement, un mineur et continu et un autre majeur et discontinu. « Ceux [perfectionnements majeurs] qui modifient la répartition des fonctions, augmentant de manière essentielle la synergie du fonctionnement, et ceux [perfectionnements mineurs] qui, sans modifier cette répartition, diminuent les conséquences néfastes des antagonismes résiduels » (Simondon, 1958). Il n'est pas inintéressant d'observer l'utilisation qu'ont fait certains architectes du bras robotique à la lumière de cette distinction.

Les expériences réalisées par l'équipe d'Achim Menges autour des projets *ICD/ITKE Research Pavilion* serviront à montrer l'appropriation de ce bras industriel ainsi que les transformations techniques que l'équipe a apportées à ces machines afin qu'elles répondent plus efficacement à leurs préoccupations architecturales, soit de réaliser un pavillon relativement grand à partir des techniques de tissage.

En portant notre attention sur leur utilisation du bras robotisé, il est possible d'observer les transformations qui ont été apportées au milieu technique – autour du bras – d'une expérience à l'autre. Pour le pavillon de 2012, le bras a été utilisé d'une manière que l'on pourrait qualifier de *normale*, c'est-à-dire de la même manière que l'on pouvait le trouver, ou l'imaginer, dans l'industrie. C'est le même schème technique qui est déployé. Le bras robotisé agit comme un bras humain, en le prolongeant ; un outil qui exécute une opération avec plus de précision, ici le bras dirige le fil au bon endroit, sur le futur pavillon. La portée du bras ainsi que sa relative immobilité explique en quelque sorte la difficulté de faire des objets de grande taille. Pour ce projet, une structure installée sur une plateforme rotative a été employée afin de faire tourner l'objet sur lui-même, augmentant ainsi son champ d'intervention, mais obligeant une trajectoire précise du bras, contraignante.

Pour le pavillon de 2014, un renversement a été opéré ; le rôle du bras a été détourné. Au lieu de fabriquer l'objet de ses *mains*, le robot ne prend plus l'outil, mais directement l'objet, reléguant à une autre machine la tâche de

△ Figure 2. Processus de fabrication, ICD-ITKE Research Pavilion 2012, © ICD/ITKE University of Stuttgart.



△ Figure 3. Installation pour la fabrication à deux robots, ICD-ITKE Research Pavilion 2013-14, © ICD/ITKE University of Stuttgart.

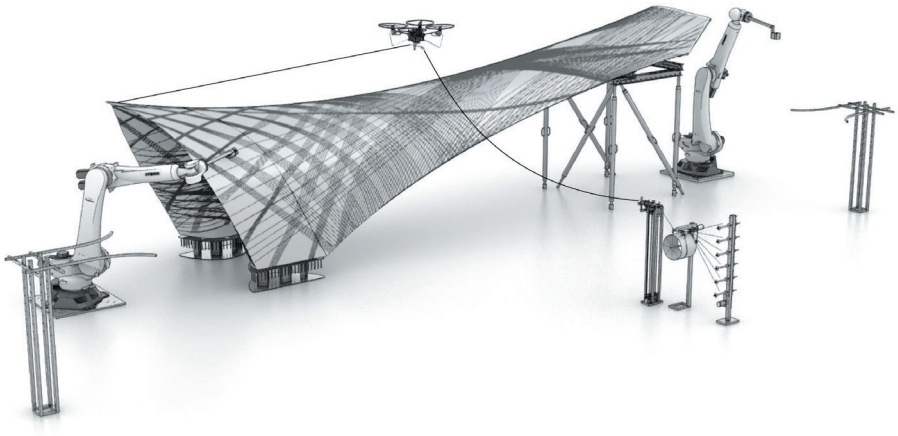
KUKA

l'approvisionnement en fil. Ce procédé a certes permis une plus grande maniabilité des trajectoires du fil, mais il a obligé pour la réalisation du pavillon l'assemblage *manuel* des pièces fabriquées.

Le pavillon suivant, celui de 2014-2015, ouvre une nouvelle voie de transformation. Les améliorations ne portent plus sur le mouvement du bras, mais sur la transformation de l'un de ses éléments, la main, c'est-à-dire par une amélioration décisive de la prise. Cette main se trouve pour ce projet équipée d'une série de capteurs capables d'informer le système de certaines données extérieures, ici, la pression éprouvée au contact de la membrane gonflée. Il s'opère une association entre le bras robotisé, la membrane gonflable et l'accumulation de fils qui composera la structure du pavillon. Cette mise en relation de ces différents éléments apporte l'information qui permet de réajuster en temps réel la trajectoire du bras de manière à assurer une meilleure stabilité du pavillon. En d'autres termes, le bras reconnaît, grâce à la membrane gonflée, la trajectoire optimale à emprunter pour apporter le maximum de stabilité à la structure, au fur et à mesure de son élaboration. Malgré cette voie innovante, les dimensions du pavillon restent tributaires des dimensions du bras. Pour pallier ce problème, il aurait pu être envisagé d'augmenter la taille du bras – jusqu'aux dimensions d'une grue –, mais d'autres voies sont en cours d'expérimentation.

Pour le pavillon 2016-2017, l'idée a été de relier deux bras fixes par une machine mobile, un drone modifié (un nouvel emprunt). Si les deux bras possèdent leur zone propre de travail, relativement petite par rapport aux dimensions de l'architecture, la machine mobile permet d'élargir la zone de fabrication. Cette solution, quelque peu abracadabrante, montre cependant les efforts entrepris afin de solutionner les problèmes qu'ont amenés les bras robotiques.

◁ Figure 4. Renfort fibreux interne avec un effecteur d'extrémité de placement de fibre, ICD-ITKE Research Pavilion 2014-15, © ICD/ITKE University of Stuttgart.



△ Figure 5. Installation pour la fabrication avec machines multiples utilisant deux bras robotiques et un drone autonome, ICD-ITKE Research Pavilion 2016-17, © ICD/ITKE University of Stuttgart.

APPROPRIATION D'UN NOUVEAU MILIEU

Cette évolution dans l'emploi du bras par l'équipe de Menges a montré une série de contraintes techniques propres à la logique d'action du bras, qui se sont répercutées sur les manières de penser l'objet (ses dimensions, ses procédés de mises en œuvre, sa matérialité, etc.). Les dispositifs créés – plateforme rotative, tête (main) intelligente, machine à libérer le fil – constituent en revanche des moyens, plus ou moins astucieux, de dépasser les contraintes infligées par les capacités limitées du bras. Ces machines d'appoint mettent le doigt sur les questions que soulèvent ces nouvelles machines. Il semble d'ailleurs que ce soit par ces machines que des perfectionnements majeurs puissent apparaître. Il serait certainement nécessaire de pousser l'analyse plus loin en observant dans le détail ces dispositifs d'appoint, ce qui permettrait de dessiner d'autres lignées techniques pour suivre l'évolution des pratiques.

L'objectif de ce texte est néanmoins de montrer la volonté qu'ont démontrée certains architectes de renouveler leurs pratiques et surtout de la déployer dans de nouveaux milieux. L'intérêt de ces expérimentations ne réside donc pas uniquement dans les ambiances générées par ces projets-objets, ni dans l'apprentissage de nouvelles techniques de fabrication, mais dans la constitution de ce nouveau milieu qui permet, par ailleurs, un renouvellement des processus normatifs. Contrairement aux normes industrielles de la construction qui avaient contraint les architectes à rationaliser leur mode de conception, ces nouveaux milieux déplacent et étendent le champ d'action de l'architecte, offrant ainsi une nouvelle prise sur les modes de fabrication. Ces expérimentations avec des machines participent à la constitution de ce nouveau milieu qui, au fur et à mesure, se structure en intégrant les possibilités techniques qu'offrent ces machines autant que les intentions des architectes pour créer des structures fines, élégantes et inattendues.

RÉFÉRENCES

Cache, B. (2003). « Vers une architecture associative ». *Architectures non standard*. Orléans, HYX.

Carpo, M. (2005). « Review of the exhibition Architecture non standard ». *Journal of the Society of Architectural Historians* 64, nº 2, pp. 234-235.

Leroi-Gourhan, A. (1973 [1945]). *Milieu et technique 1* : *évolution et techniques*. Paris, Albin Michel.

Lynn, G. (2003). « Variations continues ». *Architectures non standard*. Orléans, HYX.

Migayrou, F. (2003). « L'ordre non standard ». *Architectures non standard*. Orléans, HYX.

Prigge, W. (2003). « Moderne, norme, standard ». *Architectures non standard*. Orléans, HYX.

Simondon, G. (2002 [1958]). *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris, Aubier.

#05

L'ARCHITECTURE EN CRISE OU POUVOIR ET LIMITES DES FABLES

Anne Cauquelin

Alors que nous quittons fable, récit et histoire, la révolution numérique transforme notre rapport au temps et elle nous plonge dans un espace incertain. Deux premières alternatives, celle de l'évolution de l'espèce *homo sapiens* et celle de l'humanité augmentée, nous replongent dans le vieux débat moderne/postmoderne, résultat de la succession de mouvements inscrite dans le temps continu de l'histoire. Une troisième alternative, la position postcontemporaine, est la seule à sembler rompre avec la conception conventionnelle du temps reposant sur une succession de périodes, en tant que proposition de rupture ayant sa propre origine. L'anticrise que l'architecture ressent est la manifestation de cette révolution de la temporalité.

ANNE CAUQUELIN

Agrégée et docteure en philosophie, Anne Cauquelin est professeure émérite de philosophie esthétique à l'Université Paris X (Nanterre) et à l'Université de Picardie. Elle est une philosophe, romancière, essayiste et plasticienne.
Elle est l'auteure de nombreux ouvrages tels que *L'invention du paysage* et elle a été rédactrice en chef de la *Nouvelle revue d'esthétique*.

S'il existait une liste des domaines en état de crise permanente, l'architecture pourrait s'y trouver en bonne place. L'état de crise semble lui être pour ainsi dire congénital. En s'en tenant aux derniers épisodes – des années 1950 à nos jours –, on peut voir à quel point deux pôles opposés l'ont alternativement tirée d'un côté et de l'autre. La tradition esthétique qui fait classiquement de l'architecture un art de l'équilibre harmonieux, un *art* pour tout dire, affronte le poids du social, ses exigences, ses contraintes.

Tantôt l'adresse du social à l'architecture est si forte qu'elle tend à en effacer le génie propre pour la transformer en philosophie de l'urbanisme, culpabilisant alors l'architecte qui ferait le coup de *l'œuvre*. Mais la riposte ne se fait pas attendre. Avec l'entrée en force d'un art dit *contemporain* et son marché, qui allie individualité, *peopolisation* et nouveau commerce, l'œuvre reprend ses droits en architecture. On change encore une fois de monde ; le temps se retourne et le nouveau devient ancien en quelques *coups d'œuvres*, qui elles-mêmes... et le cycle continue à dérouler ses anneaux de plus en plus vite, grâce à la multiplicité des éléments entrant dans la composition et qu'il faut impérativement prendre en charge, tester, accepter, partager ou subir.

Regarder les crises comme des sortes de séismes, mettant en péril l'équilibre des forces en présence et préambules à une catastrophe imminente, c'est oublier que les crises endémiques sont les conditions nécessaires d'une mise au jour de ce qu'elles questionnent. Pour cette raison, on peut se demander si, plutôt qu'une crise de l'architecture et de son appareil, ce ne serait pas plutôt la question de la crise elle-même, de sa pertinence et de ses effets possibles qui est posée.

« Si *Peau d'âne* m'était conté… »

Le conte de Perrault nommé *Peau d'âne* est sans doute plus connu que la fable de La Fontaine intitulée *Le pouvoir des fables* qui se clôt sur la citation de *Peau d'âne*. Pour La Fontaine, ce conte dit tous les autres contes, il en est la juste icône ; fiction, il fait cependant paraître la vérité du monde que nous habitons mieux que toutes sortes de descriptions argumentées. Et pour notre propos, ici, la fiction de Perrault suggère une voie de dégagement possible. Une stratégie, une consolation peut-être.

Contrairement à ce qu'on croit généralement, les contes livrent, plus que des fictions sans portée ou des leçons de morale, des *enseignements pratiques*. Dans la forme du récit qu'emprunte le conte, on peut se laisser tenter par l'interprétation de ces enseignements comme *itinéraires à suivre* avec des étapes chronologiquement espacées. Pour ma part, je préfère les entendre comme *ensemble de directions (et de mondes) possibles* donnés en simultanéité. L'expérience est la formule qui rend ces possibles réalisables ou non. À les tester, l'un d'entre eux s'impose comme le seul convenable pour la situation telle qu'elle se présente. Changeant alors de statut logique, ce possible-là devient *pratiquement* nécessaire.

Enseignements pratiques

Continuons avec le conte *Peau d'âne*. Le premier enseignement que nous y trouvons est le suivant : essayer de composer avec les exigences de l'adversaire, c'est augmenter la tension en demandant toujours plus pour y satisfaire. Espérant que l'adversaire ne pourra y répondre et qu'une trêve sera maintenue un certain temps. Demandons une robe couleur du temps : la réalisation du souhait paraît impossible, cependant ce souhait est comblé ; de même la robe couleur de lune, puis de soleil. Allons plus loin, demandons le sacrifice de l'âne faiseur d'or. Encore un souhait exaucé. Les possibilités de compromis sont épuisées. Reste la rupture.

Rompre

Rompre, c'est couper avec les origines attestées. Le père n'est plus le père, la fille n'est plus la fille. Le titre, le nom, le statut sont abolis. La première

chose à faire est de se dégager de l'origine imposée[1]. Y renoncer, la fuir. L'apparence, l'état auquel on prétend, s'oppose à ce qui les composait originairement. Mais ce n'est pas tout ; encore faut-il se définir, s'identifier à un autre personnage. Prendra-t-on un déguisement ou faudra-t-il une nouvelle naissance, *ex nihilo* ? Vivre autrement. Se refaire une origine, une nouvelle peau, ce n'est pas si aisé. Peau d'âne rêve secrètement au prince charmant, l'attend, l'espère. Ne revêt-elle pas ses merveilleuses robes d'autrefois ? Ne soigne-t-elle pas ses mains ? Ne met-elle pas ses bagues ? La rupture n'est pas radicale tant que l'origine reste vivante, serait-ce comme regret et espérance d'une conciliation.

LA FABLE DU POSTMODERNE

Le récit brouillé du conflit entre moderne et postmoderne en architecture tient dans cette fable de l'origine et de la rupture. De la critique radicale et du compromis. Le conte de Perrault nous en donne la leçon.

Du *moderne* comme origine

S'il y a origine reconnue comme telle et assignée précisément, il peut y avoir déclinaison de moments à partir de ce point. Époques et mouvements se succèdent alors, créant chaque fois des *post* en même temps que des *ante*. Ainsi le moderne est-il soudain devenu *ante* à la venue du postmoderne. Celui-ci deviendra-t-il, lui aussi, *ante* quand un nouveau *post* arrivera ? Dans cette version du postmoderne nous restons *dans* l'histoire. Dans son déroulement, suivant la ligne reliant l'antérieur au postérieur, d'une manière qui semble évidente pour notre conception habituelle du temps. La nouveauté apparaît dans les styles, variations quasi saisonnières qui jouent sur le matériau, la conception, la thématique ou l'idéologie. Contesté, critiqué, le style moderne laisserait alors place au *postmoderne* selon ce rite. Amorce d'un bouleversement profond ou pressentiment d'une rupture plus radicale, certaines réalisations d'architectes témoignent d'un mouvement de fond ; elles mettent à l'épreuve la modernité avec une

1 On remarque que, dans le conte de Perrault, la princesse n'a pas de nom, n'est pas nommée par son nom avant d'avoir rompu avec le roi son père ; c'est seulement après la rupture qu'on la nomme alors Peau d'âne.

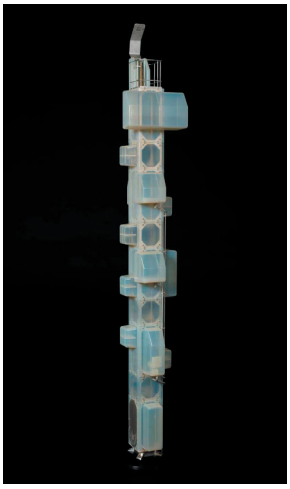
grande acuité critique et dessinent quelque part l'impossibilité de rester *dans* l'histoire, annonçant déjà que la question de l'architecture n'est pas dans l'architecture.

TROIS CRITIQUES DE L'HABITER

L'inhabitable de Didier Faustino

La *One Square Meter House* de Didier Faustino est une critique cynique : la proposition d'un espace inhabitable face au *tout confort* souhaité. La colonne de dix-sept mètres de haut sur un mètre carré au sol est une dénonciation de notre système d'habitat commun, et, en même temps, une démonstration sardonique qu'il existe une infinité de possibles dans le domaine architectural. Autant d'interstices dans la fabrication en série ; autant de *postmodernes-attitudes* (Frac, 2010).

« Ce projet interroge l'espace de la maison et le défi spéculatif que représentent les petits espaces dans les mégalopoles où la stratégie consiste à construire des bâtiments de grande capacité obligeant à miniaturiser les espaces, tels ces hôtels-capsules japonais où l'unité de couchage se



◁ Figure 1. François Lauginie, maquette de *One Square Meter House*, 2003.

réduit au strict minimum. C'est aussi l'idée de ce projet, mais qui vire au "mini-cauchemar". »

Les interstices d'Étienne Boulanger

Le corps à corps d'Étienne Boulanger avec la ville traduit de manière aiguë et exigeante le malaise urbain, produit d'une hyperrationalisation marchande. Il détecte dans une ville, Berlin par exemple, des aires de possibles installations interstitielles. Travail de déchiffrage d'espaces abandonnés, détruits, laissés-pour-compte ; mesures (*mesuRages*, selon Orlan) et reports sur papier. « Quadriller, observer, élaborer, intervenir, et parfois habiter » sont des actions méthodiquement menées. Une étrange cartographie émerge alors.

« Les *plug-in* réalisés à Berlin sont issus d'un travail méthodique de repérage et d'infiltration. Je dispose d'un corpus de 965 lieux repérés au cours de six mois de marche effectués à travers trois quartiers du centre Est. Chaque espace en situation transitoire est systématiquement localisé, identifié, mesuré et photographié. Ces informations sont ensuite structurées en base de données et sont visibles par le biais d'un plan interactif de la zone ainsi recartographiée. » (Duvilier, 2003)

Entre un panneau dressé et un mur, dans une cavité, dans des espaces restreints, cachettes invisibles pour les passants, toujours pressés d'aller quelque part. Ce qu'il relève sur ces cartes, ce sont justement des *nulle part*, des quasi-nullités, des existences incomplètes, pas même des lieux. *Nulle part*, tel est le signe sous lequel il travaille à même le corps troué de la ville. Ville faite de déménagements et d'aménagements furtifs. Abris de fortune où on ne peut tenir que quelques instants. Abris jamais à l'abri de chiens ou de policiers, non plus que d'intempéries. Aires découvertes/recouvertes, comme les pièces rapiécées d'un manteau usé.

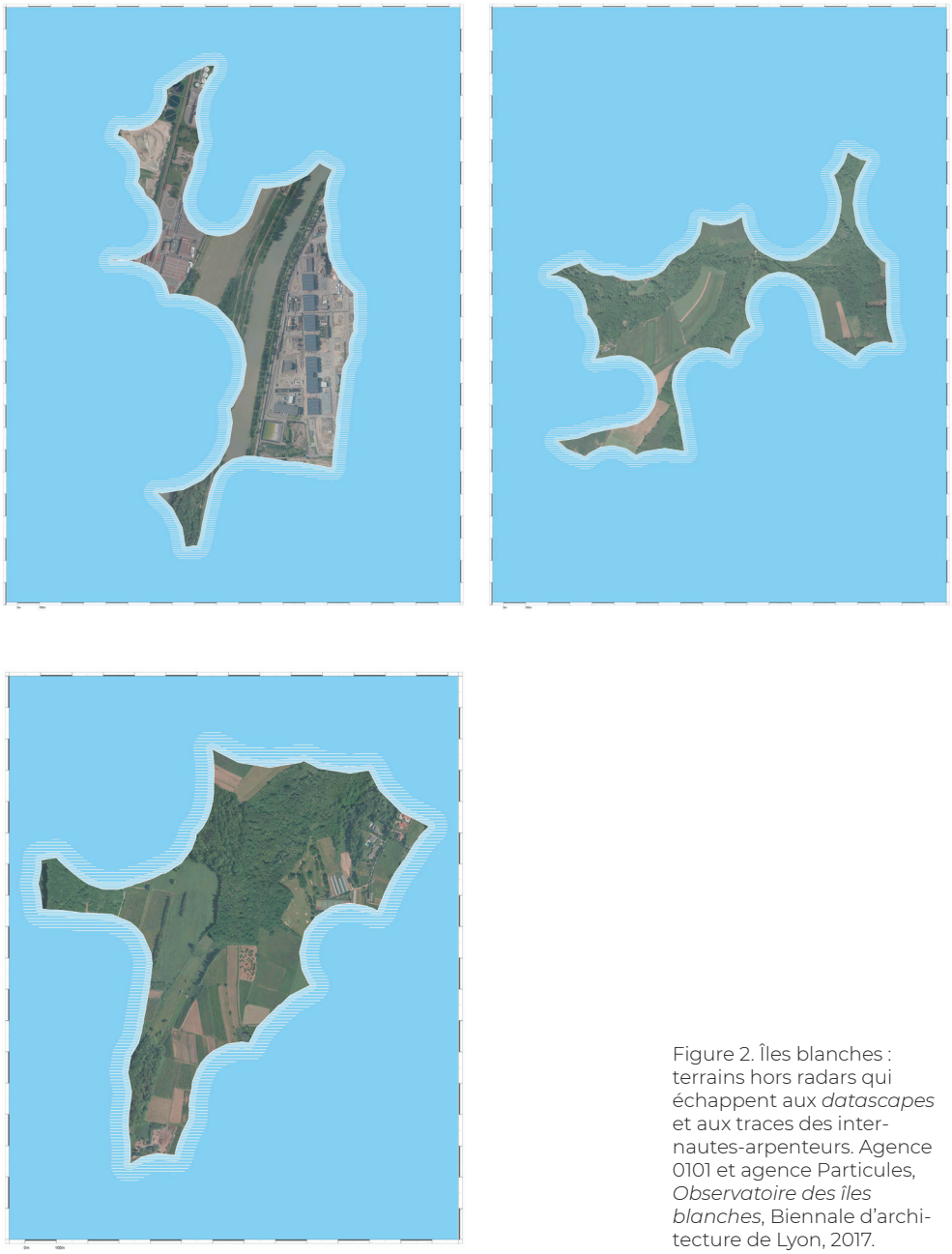


Figure 2. Îles blanches : terrains hors radars qui échappent aux *datascapes* et aux traces des internautes-arpenteurs. Agence 0101 et agence Particules, *Observatoire des îles blanches*, Biennale d'architecture de Lyon, 2017.

Diogène-le-chien et les robots

L'entreprise d'Étienne Boulanger a son répondant dans l'Antiquité grecque. Diogène se replie dans un tonneau, vit de peu. Il est vrai que son dessein est moral et qu'il critique l'humain, ses attitudes et sa superbe, et non les constructions architecturales. Cependant, cette réplique peut nous instruire sur un point : ne s'agit-il pas dans ces deux cas de démonter la fable d'un humanisme confortable ? Boulanger dénonce deux sortes d'*inhumanité* : celle qui contraint les pauvres à vivre comme des chiens, et celle-là même que vivent les oubliés de la société.

Le tonneau et la basse-cour « où l'on ne voit goutte en plein jour » sont des retraits, des points de fuite en somme, des *cachettes*, des abris possibles. Avec le chien Diogène et l'âne dépecé, la cachette recèle ce qui peut encore rester humain, et qui a déserté les lieux publics où se pressent désirs incestueux, hommes sans honneur et ambitions croisées. On connaît Diogène cherchant un homme avec une lanterne, en plein jour. En trouve-t-il ? Non. Dehors, il n'y a que des robots. Qui sont-ils ? Comment les reconnaître ? Y a-t-il un homme à l'intérieur, ou du moins *de l'humain* ?

Nous rencontrons, quand nous sortons de nos abris, des machines automates et des comportements semi-humains qui peuvent sembler cohérents ou absurdes. Diogène ne s'y trompe pas : aucun homme dans les parages. C'est du moins ce qu'il semble dire. Faut-il adopter cette proposition cynique pour nous, aujourd'hui ?

◁ Figure 3. *La rencontre d'Alexandre avec Diogène*, d'après le relief de la Villa Albani, Rome. Gravure du XIX^e^ siècle.

LES LIMITES DE LA FABLE

Le *post* sans *ante*

À côté de la simple prédication d'un temps postérieur à ce qui est présent, il existe une autre version de *post*. Ce préfixe, en effet, peut s'entendre comme un *après l'histoire*, car il n'est ni le pendant ni l'autre nom de *néo*. On connaît les néoréalismes, néoclassicismes, etc. Ce sont là des mouvements chronologiquement postérieurs au style qu'ils entendent revivifier, renouveler. Or, le *post* n'est pas un *néo*. Il ne s'inscrit pas dans le temps continu de l'histoire. Il disjoncte.

L'origine reniée, il ne s'agit plus de succession, il n'y a plus de *postérieur* ni d'*antérieur*. Le *post* prend une valeur absolue, c'est un *post* de rupture exempté d'origine. Disons qu'il est sa propre origine. Un *post* original, en quelque sorte. Sans *ante*.

Il a quitté l'histoire, celle de l'histoire de l'art qui parle en termes de styles, de mouvements et d'époques. Or, l'Histoire, ce qui est connu sous ce nom majuscule, est un récit, ou plutôt un ensemble de récits, que les entrecroisements, les superpositions et les variations rendent difficilement crédibles en dehors de la fable.

Un tsunami

Nous sommes tellement habitués à penser selon la fable du temps que nous n'avons pas perçu cette sorte de *tsunami* qu'a représenté l'avènement du numérique.

Car il ne s'agit pas seulement d'outils performants facilitant les calculs, chargés de tâches ennuyeuses et prenant peu à peu le pouvoir sur l'imaginaire des architectes, leur laissant finalement peu de place pour la création.

La révolution numérique ne s'attaque pas seulement aux *faire* particuliers, elle transforme bien plutôt notre rapport au temps (et donc à l'espace) et change en profondeur nos manières de penser, menaçant les certitudes

acquises et les idées que nous croyions innées. En somme, elle donne un autre visage à l'humain et à ses rapports au monde.

Le temps dit *réel*, qui est distribué et sur lequel fonctionnent les machines, supprime jusqu'à l'idée d'une succession, d'une attente ou d'une hésitation, tout ce qui permet le soupçon et le rêve. Sa brutalité dément le *temps perdu* et son apprentissage. Ce *réel* installe une autre réalité, différente de celle que nous vivons au jour le jour. Une réalité virtuelle qui n'a aucune autre présence que celle de l'instant, du simultané, effaçant ainsi les dimensions du temps vécu et sa grammaire. Or, la simultanéité nous échappe. Sauf à tenter une *poétique de la simultanéité-multiplicité* (Charles, 1988) selon l'esprit de la musique, le temps dit réel du numérique est hors de notre logique du tiers exclu et de son régime temporel.

Les diverses perspectives que nous expérimentons journellement cèdent la place à l'*ici maintenant*. L'attente, le lointain, les plans étagés qui y conduisent, l'atteignable ou l'inatteignable disparaissent. Nous n'avons pas encore bien mesuré les changements que cette disposition opère dans notre esprit ainsi que dans nos comportements civils.

Une observation minutieuse, sur plusieurs grandes villes telles que Berlin, Nantes et Lyon, donne un aperçu de ce monde selon la tectonique d'un temps *réel*.

L'observatoire des îles blanches[2]

Si les *interstices* d'Étienne Boulanger et les *inhabitables* de Didier Faustino montrent les failles d'un système architectural lié à un urbanisme de promoteurs, il s'agit cependant toujours de construction, « entre » ou « hors » de ce qui existe déjà. La critique montre les trous du dispositif, qu'elle fait en quelque sorte vivre à nouveaux frais.

Certes, il y a beaucoup de points communs entre *L'Observatoire des îles blanches* et le travail d'Étienne Boulanger : même méthode d'observation, même repérage et recartographie ; même déchiffrage des vides ou interstices. Ce qui vaut différence, cependant, c'est que le *tsunami* numérique est passé

2 *L'Observatoire des îles blanches*, Lou Bellegarde et Fabienne Boudon, de l'agence Particules, Maxime Retailleau et Gabriel Lefevre, de l'agence 0101, et Fabian Scholz. Voir la présentation pour la Biennale d'architecture 2017 de Lyon.

par là, et que l'observatoire des réseaux se situe dans un autre temps que celui où s'applique la critique socio-urbaine de l'architecture.

Avec *L'Observatoire des îles blanches*, nous entrons dans une autre dimension ou plutôt dans un autre système de repérage, ni vertical ni horizontal : celui du numérique et de ce que son observation sur un territoire donné peut révéler comme failles. Le retrait mis en lumière par cet Observatoire, c'est l'espace *blanc*, cette vacance des réseaux censés observer les habitants dans leurs moindres déplacements, dans leurs maisons, leurs jardins, les coins les plus intimes, privés.

Cartographie des vacances

Les réseaux ne *passent* pas à certains endroits, nous le savons bien, et le constatons avec aigreur quand cela gêne nos communications. La technologie étant supposée être sans défaillance, cela nous agace : Ça *devrait* marcher ! disons-nous.

Observatoire des espionnages, surveillance des surveilleurs, les *îles blanches* révèlent (au sens figuré mais aussi au sens propre, car les prises de vue et les images qu'elles exposent proviennent de négatifs) un monde changeant, qui s'efface et se reforme au gré des images qu'on ne peut pas prendre.

« Les archipels des îles blanches dans les métropoles hyperconnectées forment le réseau "postgoogle", l'espace de l'utopie, peut-être. »

Ces portions de territoires sont hors de portée des réseaux ; elles apparaissent en négatif sur la couverture aérienne de Google Street View.

Ainsi, 230 *îles blanches* de la métropole lyonnaise sont issues d'une observation éphémère ; elles ne seront plus les mêmes demain.

C'est la grande et inquiétante différence de ces îles avec les interstices expérimentés, vécus ou non, de Boulanger et de Faustino, qui sont découpés ou érigés comme anti-habitations. Ce ne sont plus des nomadismes de sujets humains ou d'objets urbains qui s'effacent ou se reconstituent au gré de constructions/destructions, mais d'espaces virtuels, sans sujet décideur ni objet défini à l'avance.

Juste une observation, ni morale à tirer ni leçon à donner, comme le précisent les auteurs : « Nous ne sommes pas de nouveaux explorateurs. *L'Observatoire des îles blanches* est surtout une invitation à regarder avec surprise et curiosité les lieux qu'il révèle, libres d'interprétation. »

On le comprend, nous ne sommes plus dans la fable. Elle a trouvé ses limites. Mais alors, où sommes-nous et qui sommes-nous ?

△ Figure 4. Étienne Boulanger, *Mesures*, Projet « Plug-in Berlin », 2001-2003.

Transhumain, posthumain, postcontemporain

En quittant fable, récit, histoire, nous entrons dans un espace incertain. Ici, propositions, théories, expériences et fantasmes se côtoient, s'éloignent, se clivent et enfin se disputent la palme de l'après-*tsunami*.

On retrouve le vieux débat moderne/postmoderne, décalé vers un avenir que d'aucuns voient et prédisent comme une évolution de l'espèce *homo sapiens*, d'autres comme une humanité *augmentée* et d'autres encore comme une humanité en passe de s'adapter à un régime temporel que le *tsunami* numérique a bouleversé.

Les deux premières propositions théoriques appartiennent à la région que nous venons de quitter : celle de la fable, de l'Histoire. Le transhumanisme se soutient de l'idée que l'incomplétude de l'homme induit sa perfectibilité infinie, et construit une figure de l'homme *amélioré* par le destin que lui assigne la Nature. La seconde proposition, celle du posthumanisme, prédit (et prône) un humain *augmenté* par différentes manipulations technologiques, tout comme la réalité du même nom. Amélioré (naturellement) ou augmenté (par la technologie). Là, le temps en succession mène la danse ; le futur vient après le présent, le passé reste loin derrière, et vive le progrès ! Les deux options, qui se partagent largement l'opinion, se rejoignent sur ce point, même si elles se déclinent différemment et s'opposent avec force.

Seule la position *postcontemporaine* semble rompre avec la conception conventionnelle d'un temps en succession. Le changement qu'apporte le numérique dans la structure du temps a tout lieu d'être expliqué, pédagogisé, pris au sérieux, observé. Tant que cette nouvelle structure, tout en simultanéité, ne sera pas perçue naturellement, comme une évidence, nous resterons bloqués dans une crise de conscience, des débats inutiles, des visions plus ou moins fanatiques. Au lieu de penser améliorer ou augmenter l'humain, le projet du postcontemporain vise à rendre plus compréhensible, plus crédible et donc plus apte à être adoptée – jusqu'à devenir naturelle – cette nouvelle pratique du temps.

Difficultés, obstructions et rejets

La simultanéité n'est pas un concept facile à mettre en œuvre. À la limite, ce n'est pas un concept, mais un percept intuitif. Pour cela même son champ d'application est le domaine artistique ; les compositeurs pensent et conçoivent en simultané ; pour les romanciers, Joyce a donné le ton, mais l'habitude du récit chronologique est si ancrée qu'elle rend malaisée la lecture des romans de ce type. Ils semblent cependant être de plus en plus nombreux à mêler les temps et ne pas se contenter de flashs-back. Pour les arts plastiques, la pratique du simultané passe par la prise en compte de l'environnement, du cadre, de la scénographie, du cartel ; l'exercice concerne la réception des œuvres et bouscule, évidemment, le statut de *créateur* ; le scénographe – mais aussi bien le galeriste ou le publicitaire – réclame sa part.

Quant à l'architecture, elle n'a que faire du temps – sinon de celui, successif, des étapes menant de la conception à la réalisation. Est-elle vraiment sourde à la question du retournement ou de la révolution du temps ? Il semble que cette question la travaille *sourdement*. Je dirais que la crise ou *anticrise* qu'elle subit, ressent, ou accepte, est la manifestation de ce *bruissement du temps*, tout à la fois paysage sonore et toile de fond.

RÉFÉRENCES

Duvillie, A. (2003). « ITW. Entretien avec Étienne Boulanger ». *Plug-In Berlin* [Work in Progress 2001-2003].

Gagnard, K. (2014). « Étienne Boulanger. L'envers de la ville » [Conférence du 5 février 2014 à l'École nationale supérieure d'art et de design de Dijon].

Gagnard, K. (2014). « À l'intérieur de la ville. Étienne Boulanger ». M. Antonioli, V. Jacques et A. Milon (dir.), *Paysages variations : autour du paysage comme variation artistique*. Paris, Loco, pp. 117-134.

Charles, D. (1988). « Pour une poétique de la multiplicité ». *Musiques nomades*, écrits réunis et présentés par C. Hauer. Paris, Kimé (Esthétiques), pp. 118-127.

Nomad-ness (2010). [Catalogue de l'exposition organisée par le Frac des Pays de la Loire en partenariat avec l'École supérieure des beaux-arts de Nantes Métropole, à Nantes, Hab Galerie, du 26 octobre 2010 au 16 janvier 2011].

#06

MATÉRIALITÉ ET TECTONIQUE DIGITALES : IMPACT SUR LE PROCESSUS DE CONCEPTION

Jean-Pierre Couwenbergh

Notre époque est largement marquée par l'utilisation des technologies numériques. De la conception à la réalisation, les différentes phases du processus d'élaboration du projet d'architecture sont bouleversées par la mise en place de nouveaux modes opératoires. Si les premières heures du numérique se caractérisent par un désintéressement flagrant de toute préoccupation matérielle et constructive au profit de la forme, des effets de surfaces et de l'ornementation, on assiste depuis une dizaine d'années à un changement d'attitude avec l'émergence d'une véritable culture constructive. La convergence des outils de conception et de calculs, la numérisation d'une partie de la chaîne de fabrication ont autorisé des possibilités constructives nouvelles assurant une transition entre une architecture de surface et une expression tectonique du projet numérique.

Dans ce contexte, nous mettrons l'accent sur l'évolution de la matérialité et de la tectonique par le passage dans la sphère digitale. Nous aborderons également la place du concepteur dans cette évolution, dont le rôle s'étend désormais à l'élaboration de processus et d'outils permettant la conception, et cela, dans un environnement toujours plus caractérisé par la co-création.

JEAN-PIERRE COUWENBERGH

Diplômé Ingénieur civil architecte de l'UCLouvain, Jean-Pierre Couwenbergh a également obtenu une maîtrise complémentaire en Architecture de l'Université Laval (Québec) et un doctorat en Sciences de l'information et de la communication de l'Université Louis Pasteur (Strasbourg). Après une carrière d'architecte au sein de l'atelier d'architecture Lucien Kroll puis du bureau Ordigram comme associé, il enseigne les technologies numériques en conception, d'abord comme professeur invité à la TU Delft et à l'École d'architecture de Lugano, puis comme professeur à l'ISA Saint-Luc et à l'UCLouvain. Il est aussi l'auteur d'une trentaine d'ouvrages de vulgarisation sur l'usage du numérique en architecture et en graphisme. Il est à présent professeur émérite de la Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (LOCI) de l'Université catholique de Louvain (UCLouvain) et dirige, comme responsable scientifique et pédagogique, le certificat universitaire « BIM Management ».

MATÉRIALITÉ CLASSIQUE ET DIGITALE

Le terme *matérialité* est issu de sa racine latine *materialis* dont le sens général signifie *matériel* ou *forme de matière*. Son usage actuel est plus complexe et renferme de multiples significations. Aborder la notion de matérialité implique de la distinguer au préalable des notions apparentées que sont la *matière* et le *matériau*.

La *matière* est ce qui compose tout corps ayant une réalité tangible, qui possède une masse et qui occupe de l'espace dans quatre états possibles : solide, liquide, gazeux et plasma. Le *matériau* est le type, la sorte ou la classe de matière utilisée pour réaliser un objet au sens large. Il est obtenu bien souvent par la transformation physique ou chimique de la matière. Quant à la *matérialité*, elle peut, dans son sens premier, être considérée comme la mise en œuvre spécifique des matériaux entre eux. Elle s'inscrit ainsi dans un cycle de transformation progressif de la matière en matériau, puis de matériaux en une matérialité (His, 2015).

Si la matière et les matériaux correspondent à une réalité physique que l'on peut toucher et sentir, la matérialité va bien au-delà et renvoie au sentiment, à l'émotion, au mode de pensée. Elle fait référence aux relations émotionnelles que nous entretenons avec les objets et s'appréhende dans son contexte culturel, lui-même sous influence de l'état des conditions techniques de son époque (Marin, 2016).

Si la matérialité constitue une des caractéristiques fondamentales de la conception et de la production architecturale à l'heure actuelle, cela n'a pas toujours été le cas. Elle a, en effet, souvent été conceptualisée comme une simple propriété passive appliquée à des éléments définis géométriquement,

conduisant la matérialisation à être envisagée comme un processus secondaire pour la réalisation d'un système dans le monde physique (Rhone, 2014).

Ce constat est en particulier souligné par l'architecte allemand Achim Menges, quand il affirme que l'architecture en tant que discipline matérielle est toujours basée sur des approches de conception caractérisées par une relation hiérarchique qui privilégie la définition et la génération de la forme aux dépens de sa matérialisation (Menges, 2011).

L'attitude consistant à considérer la matérialité comme un préalable à la conception, et non comme une simple conséquence, a néanmoins des adeptes. Ainsi, dans son ouvrage *Vie des formes*, l'historien d'art Henry Focillon (1934) déclare que l'existence d'une forme dépend nécessairement de sa matière et Viollet-le-Duc (1858-1872), dans un de ses « Entretiens sur l'architecture », souligne que toute architecture qui ne tient pas compte de la matière pour imposer une méthode de bâtir, et par la suite une forme, n'est pas une architecture. Plus proche de nous, Manuel De Landa, philosophe, écrivain et artiste mexicain, résume bien la situation quand il déclare que deux philosophies opposées du design coexistent à l'heure actuelle. L'une considère la forme comme essentiellement conceptuelle et cérébrale, une chose générée comme une pure pensée, isolée du monde de la matière et de l'énergie. Une fois la conception réalisée, une forme physique peut lui être donnée en lui imposant un substrat matériel. L'autre, qui s'oppose à la première, considère que les matériaux ne sont pas des réceptacles inertes pour une forme cérébrale imposée de l'extérieur, mais des participants actifs dans la genèse de la forme (De Landa, 2001).

Lorsqu'il traite d'architecture, De Landa se réfère beaucoup aux réflexions de Gilles Deleuze. Si ce dernier fait très peu de références explicites à l'architecture dans son œuvre, une exception se trouve dans son ouvrage *Mille Plateaux* où il fait avec Guattari une distinction précise entre deux positions vis-à-vis de la conception architecturale (Deleuze & Guattari, 1980). C'est comme si toute l'histoire de l'architecture pouvait être comprise comme une hésitation entre deux façons de penser. L'une aurait une orientation largement esthétique qui tend à imposer une forme aux matériaux par le biais de règles prédéfinies telles que les ordres de proportions et d'autres systèmes d'ordre visuel. L'autre aurait une orientation plus structurelle qui tend à permettre aux formes d'émerger de la matière par

l'action des différents processus en jeu dans le projet. Cette distinction est également explicitée dans l'introduction de l'ouvrage *Digital Tectonics* co-écrit par Neil Leach, David Turnbull et Chris Williams (2004), quand ils établissent la comparaison entre les démarches gothique et classique. Ces derniers affirment que la démarche gothique est principalement basée sur la compréhension de l'architecture en termes de matérialité et de structure, tandis que la démarche classique est basée sur une compréhension de l'architecture en termes de composition visuelle.

Paradoxalement, c'est par l'intermédiaire de processus immatériels (méthodes algorithmique et paramétrique) que les concepteurs actuels explorent les propriétés et le potentiel des matériaux pour informer leurs projets. La sphère digitale offre en effet de nombreuses nouvelles opportunités pour concevoir la matérialité et définir des propriétés et des apparences. Comme le signale Antoine Picon (2010), la révolution digitale est contemporaine d'une révolution des matériaux que nous produisons et utilisons. L'ère du digital permet à chaque objet et à chaque matériau, à chaque stade de son élaboration, d'être rigoureusement défini.

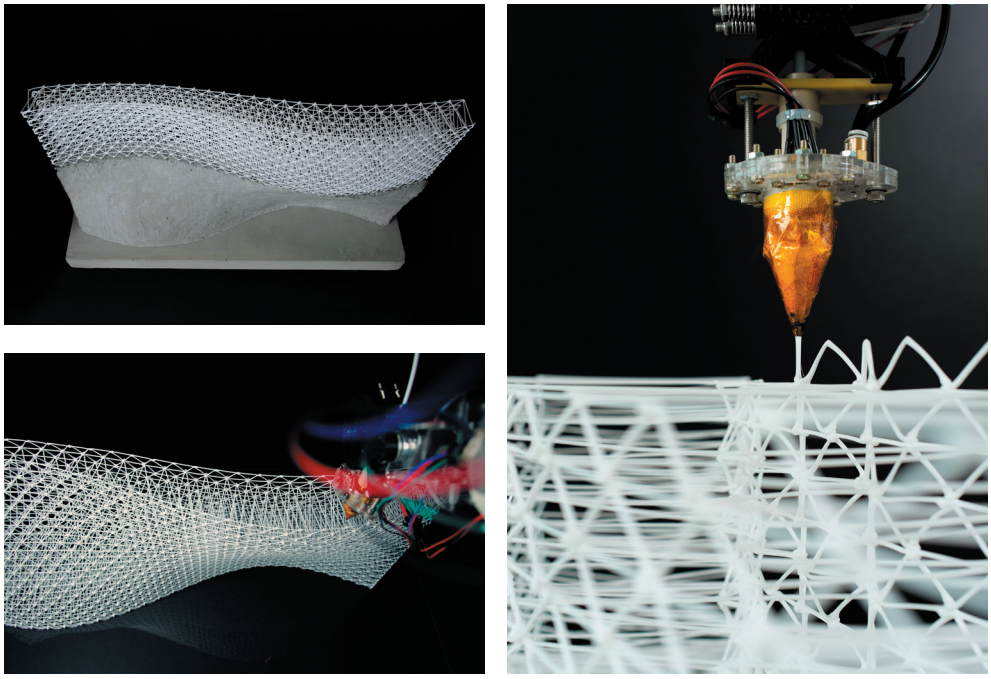
Pour caractériser cette nouvelle matérialité, Fabio Gramazio et Matthias Kohler (2008), architectes et enseignants à l'ETZ de Zurich, utilisent la formulation « matérialité digitale » afin de décrire une transformation émergente de l'expression de l'architecture. La matérialité digitale évolue au travers de l'interaction entre processus digital et matériel dans la conception et la construction. La synthèse des deux mondes apparemment distincts – le digital et le matériel – génère de nouvelles et évidentes réalités. Données et matériaux, programmes et construction sont entremêlés.

Initialement considérée comme contrainte, la matière est ainsi devenue un paramètre de conception. En intégrant la qualité des matériaux et les méthodes de fabrication comme paramètres computationnels, de plus en plus d'architectes, dont Achim Menges, font en sorte que la matérialisation du projet soit générative du processus créateur (Broyer, 2017). Les technologies numériques ont ainsi engendré une nouvelle matérialité. Aujourd'hui, les objets peuvent être (re)créés intégralement et les matériaux augmentés et programmables (Broyer, 2017) par la mise en œuvre de matériaux intelligents ou instrumentés (Marin, 2014).

TECTONIQUE CLASSIQUE ET DIGITALE

Au même titre que pour la matérialité, le débat sur la tectonique s'est largement répandu au cours des dernières décennies, notamment en ce qui concerne le développement des technologies numériques et leur utilisation dans la conception architecturale. D'une manière générale, la tectonique concerne l'expressivité des structures et des matériaux. C'est donc un concept plus large que la matérialité, qu'il englobe par ailleurs.

Le terme *tectonique* trouve son origine dans le mot grec *tekton* qui signifie le travail du charpentier, de l'ébéniste puis plus tard du maçon et du constructeur. C'est de ce même mot *tekton* que découle le terme grec *arkhitecton* désignant l'architecte (Frampton, 2001).



△ Figures 1 à 3. Gramazio Kohler Research, *Projet Mesh Mould : matérialité digitale*, ETH Zurich, 2014.

La notion de *tectonique*, telle qu'utilisée aujourd'hui, trouve son origine dans la culture allemande du milieu du XIX^e^ siècle, au cours d'une période de questionnement théorique sur l'orientation esthétique de l'architecture. Ce questionnement fut amorcé par la parution d'un essai assez provocateur, intitulé « En quel style devons-nous construire ? », rédigé en 1828 par l'architecte en chef de la ville de Karlsruhe, Henrich Hubsch (Pogacnik, 1999).

En forme de réponse, deux contributions importantes alimentent le débat par des apports théoriques conséquents, desquels émergent la notion de tectonique comme un élément clé de ce questionnement. Il s'agit de *Die Tektonik der Hellenen*, publié par Karl Bötticher (1852), et de *Der Stil*, publié par Gottfried Semper (1860).

L'ouvrage de Bötticher s'intéresse principalement à l'analyse du temple grec en vue de comprendre le rapport entre la structure et l'ornementation ; ce qui l'amène à développer les notions de *kernform* (forme constructive) et de *kunstform* (forme artistique) lui permettant de faire la distinction entre le noyau constructif et l'enveloppe artistique (Legault, 2005). Si la tectonique de Bötticher a un rapport avec l'activité de réaliser une construction matériellement appropriée, elle concerne autant l'activité qui élève la construction au niveau d'une forme artistique.

Ainsi, la tectonique de Bötticher se réfère en fait à une théorie de l'esthétique architecturale, partant du principe que la beauté de l'architecture provient principalement de l'explication des aspects mécaniques du bâtiment, comme une harmonie de forces actives (Amoral, 2010).

Dans *Der Stil*, Gottfried Semper s'attache à développer une théorie de l'architecture dont le but est de comprendre les mécanismes internes qui régissent les relations entre la forme matérielle et la forme symbolique (Amoral, 2010). Il s'attache ainsi, comme Bötticher, à faire une division entre les problèmes techniques et symboliques. Toutefois, il mettra en particulier l'accent sur l'importance de la cohérence entre le matériau et la méthode de fabrication, ainsi que sur le rôle crucial du *nœud* en tant qu'élément d'articulation entre les différents composants du bâtiment.

Après presque un siècle d'oubli, l'intérêt pour la tectonique revient avec force dans la théorie de l'architecture grâce aux travaux et à l'ouvrage de

Kenneth Frampton (2001) intitulé *Studies in Tectonic Culture: The Poetics of Construction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture* où il définit la tectonique comme la « poétique de la construction » ou encore comme la « dialectique de l'espace et de la construction ». Il poursuit ainsi la réflexion de Semper sur la division entre l'aspect technique et l'aspect symbolique de l'architecture.

L'intérêt de Frampton pour la tectonique débute en réalité lors de sa réaction critique contre les théories postmodernes qu'il publie dans un texte sur le régionalisme intitulé *Towards a critical Regionalism: Six points for an architecture of Resistance* et publié en 1983. Dans *Studies in Tectonic Culture*, Frampton reprend, dans la même logique, le thème de la tectonique, utilisé précédemment, pour insister sur la dimension matérielle, constructive et tactile de l'architecture alors que les architectes postmodernes avaient tendance à réduire l'architecture à la question de l'image figurative.

Cet ouvrage se termine par un épilogue qui, pour l'historien Réjean Legault (2005), est un vrai manifeste dans lequel Frampton oppose, à la tendance générale qui encourage la séparation entre le design et la construction, une vision de la profession où l'architecte doit chercher à conserver la maîtrise du métier de concepteur et où l'architecture doit renouer avec ses fondements comme « art de bâtir ».

La notion de tectonique ne s'arrête pas avec les positions de Frampton. Déjà lors de la conférence internationale de l'Association of Collegiate Schools of Architecture (ACSA), qui s'est déroulée à Copenhague en mai 1996, il était question d'élargir le débat en tenant compte des conditions techniques et culturelles contemporaines et surtout que la tectonique prenne en compte la révolution numérique.

La position des adeptes du numérique sur la question de la tectonique démarre approximativement à la même époque que la conférence avec un premier texte de Greg Lynn (1996) intitulé « Blobs: Why tectonics is square and topology is groovy » qui sera suivi de celui de William J. Mitchell (1998) intitulé « Antitectonics: The Poetics of virtuality ». Pour eux, la tectonique évoque un débat rétrograde et ce sont les nouvelles possibilités de formes libres, développées à partir d'outils numériques, qui devraient être à l'ordre du jour (Amoral, 2010).

Si la tectonique et la technologie ont toujours été intimement liées depuis que le concept existe, l'impact de l'introduction des technologies numériques est plus complexe à définir car son influence concerne autant la pratique de l'architecture que les édifices construits. Il est donc essentiel d'élargir le concept de tectonique en ne le considérant plus uniquement comme la caractéristique d'une architecture construite mais également comme la caractéristique d'une pratique. Ce point de vue est particulièrement partagé par Anne Beim (2004) dans son ouvrage *Tectonic Visions in Architecture*, où elle présente la pratique de la tectonique à travers une série d'études de cas d'architectes célèbres, et par Anne-Marie Schmidt (2007), qui, dans sa thèse *The Tectonic Practice: In the transition from the predigital to the digital era*, traite de la pratique tectonique dans le passage de l'ère prédigitale à l'ère digitale.

Pour revenir aux réactions initiales de Lynn et de Mitchell, elles sont à placer dans le contexte de la tectonique classique, c'est-à-dire envisagée comme le caractère d'une architecture construite. Il faudra attendre le symposium *Digital Tectonics*, organisé en mars 2002 par le département d'architecture et d'ingénierie de l'Université de Bath en collaboration avec les bureaux Arup et Buro Happold, pour avoir des points de vue plus larges prenant en compte la pratique de la tectonique. La juxtaposition des deux termes contradictoires du symposium « *digital* » et « *tectonics* » devait, selon les organisateurs, être vue comme une provocation et un slogan plus que comme un champ d'investigation théorique. Après la publication des actes et des discussions du symposium dans l'ouvrage *Digital Tectonics* édité par Neil Leach, David Turnbull et Chris Williams (2004), elle est cependant devenue un manifeste pour une nouvelle culture de la tectonique digitale.

Les diverses publications qui ont suivi la sortie de ce manifeste ont pour la plupart pris la même direction en spécifiant que la tectonique classique n'était pas adaptée à l'architecture de l'ère numérique et que le concept demandait une actualisation (Schmidt, 2007). Ainsi, les publications de Wan-Ping Gao (2004) suivies de celles de Yu-Tung Liu et Chor-Keng Lim (2006) se sont attachées à définir une série de facteurs issus de la tectonique classique afin de les utiliser dans l'analyse de projets de nature digitale. Leurs conclusions indiquaient que le concept traditionnel de la tectonique ne permettait pas de couvrir le champ de l'architecture dite numérique et qu'une mise à jour s'imposait. L'étude menée par ces auteurs a permis de faire ressortir une série de caractéristiques des projets analysés. De

nouveaux facteurs d'analyse ont ainsi pu être définis et sont venus enrichir le concept de tectonique. Voici, notamment, ce qu'il en ressort :

- l'approche digitale utilise des processus dynamiques, comme l'animation et le morphing, pour déduire des concepts de design ;
- l'information ou tout autre signal digital doit être considérée comme un nouveau matériau dans la définition de la forme et de la fonction ;
- des systèmes algorithmiques et génératifs sont utilisés dans les premières phases du projet pour assister les concepteurs ;
- la technologie de fabrication numérique est utilisée pour la fabrication de composants et l'élaboration de nouvelles méthodes de construction.

La tectonique digitale pourrait ainsi être définie comme l'expression d'une architecture conçue numériquement, à l'aide de systèmes paramétriques et algorithmiques, avec l'utilisation de matériaux informés numériquement et réalisée à l'aide de technologies de fabrication numérique.

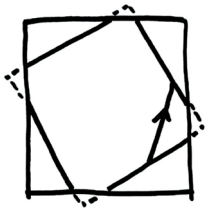
PROCESSUS DE CONCEPTION ET ENVIRONNEMENT DE COCRÉATION

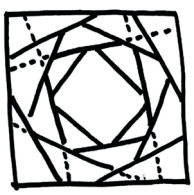
Face au glissement de la matérialité et de la tectonique dans la sphère digitale, la place du concepteur est questionnée et son activité bascule vers une forme de méta-conception (Marin, 2016) qui engendre un élargissement de l'espace de conception. Le rôle du concepteur ne s'y limite plus à concevoir un projet, mais s'étend aussi à concevoir le processus et les outils permettant cette conception, et cela, dans un environnement toujours plus marqué par la cocréation. Antoine Picon signale, au sujet de ce dernier point, qu'au modèle de la simple addition de compétences tend à se substituer le principe d'une fécondation mutuelle (Picon, 2010).

Pour Rivka et Robert Oxman, la tectonique et la matérialité digitales assurent un nouveau niveau d'intégration entre la forme, la structure et la matière. Pour eux, la conception n'est plus entièrement dictée par une forme initiale et une structure qui suit ; la structure s'intègre complètement à la recherche de la forme. Dans cette approche, architectes et ingénieurs travaillent en co-création dès les premières phases du projet. Cette démarche est largement facilitée par l'usage de procédures algorithmiques

permettant une optimisation morphologique de la forme et de sa structure. Rivka et Robert Oxman (2010) développent dans cette optique le concept de « *new structuralism* », qui propose un nouvel ordre dans la conception et la construction en définissant une nouvelle séquence « matière, structure, forme », inverse du processus classique. Historiquement, cette démarche trouve, selon Peter Rice (1998), son origine dans la relation développée entre Jorn Utzon, Ove Arup et Jack Zunz, lors de la conception structurelle et matérielle de l'Opéra de Sydney. Elle fut aussi largement exploitée par Edmund Happold et Peter Rice dans le projet du Centre Pompidou, de Renzo Piano et Richard Rogers, et plus récemment par des ingénieurs comme Cecil Balmond ou Matsuro Sasaki.

Le « *new structuralism* » englobe un large éventail d'approches matérielles, structurelles et formelles avec différents degrés de complexité. La plupart des projets réalisés font appel à une démarche qualifiée de *non standard* permettant une large personnalisation des composants utilisés. En effet, grâce aux technologies de fabrication numérique reliant les phases de conception et de fabrication, un continuum *conception-fabrication numérique* s'instaure et engendre un nouveau modèle de production industrielle où la production de masse est remplacée par une personnalisation de masse.





△▷ Figures 4 à 6. Cecil Balmond & Toyo Ito, *Pavillon Serpentine : Approche algorithmique*, Londres, Royaume-Uni, 2002.

RÉFÉRENCES

Amoral, I. (2010). *Tensions tectoniques du projet d'architecture : études comparatives de concours canadiens et brésiliens (1967-2005)* [Thèse de doctorat, Université de Montréal, Faculté de l'aménagement].

Beim, A. (2004). *Tectonic visions in architecture*. Copenhague, Kunstakademiets Arkitektskoles Forlag.

Böttticher, K. (1852). *Die Tektonik der Hellenen*, Potsdam, Verlag von Ferdinand Riegel.

Broyer, M.-A. (2017). « La fin de la représentation ? De la forme tridimensionnelle à l'interdimensionnalité ». *Imprimer le monde*. Orléans, HYX, pp. 73-91.

De Landa, M. (2001). « Philosophies of Design: The case of Modelling Software ». *Verb Processing: Architecture Boogazine*. Barcelone, Actar-D, pp. 132-133.

Deleuze, G. et Guattari, F. (1980). *Mille plateaux*. Paris, Minuit.

Focillon, H. (2013 [1934]). *Vie des formes*. Paris, Presses universitaires de France.

Frampton, K. (2001). *Studies in Tectonic Culture*. Boston, The MIT Press.

Gao, W. P. (2004). « Tectonics? A case study for digital free-form architecture » [Actes du colloque Computer Aided Architectural Design Research in Asia, à Séoul]. Séoul, Yonsei University Press.

Gramazio, F. et Kohler, M. (2008). *Digital Materiality in Architecture*. Zurich, Lars Müller Publishers.

His, G. (2015). « La matérialité comme Récit ». Villeurbanne, École nationale supérieure des sciences de l'information et des bibliothèques, nº 4, pp. 30-44.

Leach, N., Turnbull, D. et Williams, C. (2004). *Digital Tectonics*. Hoboken NJ, John Wiley & Sons.

Legault, R. (2005). « La trajectoire tectonique ». *Le projet tectonique*. Gollion CH, Infolio, pp. 25-42.

Liu, Y. T. et Lim, C. K. (2006). « New tectonics: a preliminary framework involving classic and digital thinking ». *Design Studies*, nº 27, pp. 267-307.

Lynn, G. (1996). « Blobs: Why tectonic is square and topology is groovy ». *ANY*, nº 14, New York, ANYcorporation.

Marin, P. (2013). « Illustration de la notion de tectonique paramétrique » [Séminaire doctoral de l'École nationale supérieure d'architecture et de paysage de Lille].

Marin, P., Blanchi, Y. et Siani, R. (2016). « Matérialité numérique et tectonique paramétrique ». *Cahier thématique*. Centre de recherche CRESSON, École nationale supérieure d'architecture de Grenoble.

Menges, A. (2011). « Integral Formation and Materialisation: Computational Form and Material gestalt ». *Architectural Design Reader. Computational Design Thinking*. Hoboken NJ, John Wiley & Sons, p. 199.

Mitchell, W. J. (1998). « Antitectonics: The Poetics of Virtuality ». J. Beckmann (éd.), *The Virtual Dimensions*. New York, Princeton Architectural Press, pp. 205-217.

Oxman, R. et Oxman, R. (2010). *The New Structuralism: Design Engineering and Architectural Technologies*. Hoboken NJ, John Wiley & Sons.

Picon, A. (2010). *Culture numérique et architecture*. Bâle, Birkhäuser.

Pogacnik, M. (1999). « La dissolution de la grande forme ». *Faces, journal d'architecture*, nº 47, Gollion CH, Infolio, pp. 14-22.

Rhone, J. (2014). *Fabriquer pour concevoir : retour à la matérialité* [Mémoire de master. École nationale supérieure d'architecture Paris-Malaquais].

Rice, P. (1998). *An Engineer Imagines*. Londres, Ellipsis London Press.

Schmidt, A.M. (2007). *The Tectonic Practice: In the transition from the predigital to the digital era* [Thèse de doctorat, Aalborg University, Danemark].

Semper, G. (1860-1863). *Der Stil in den technischen und tektonischen Künsten oder Praktische Ästhetik*. Francfort, Munich.

Viollet-le-Duc, E. (1995 [1858-1872]). *Entretiens sur l'architecture*. Bruxelles, Mardaga.

#07

ON GILBERT SIMONDON'S TECHNO-AESTHETIC

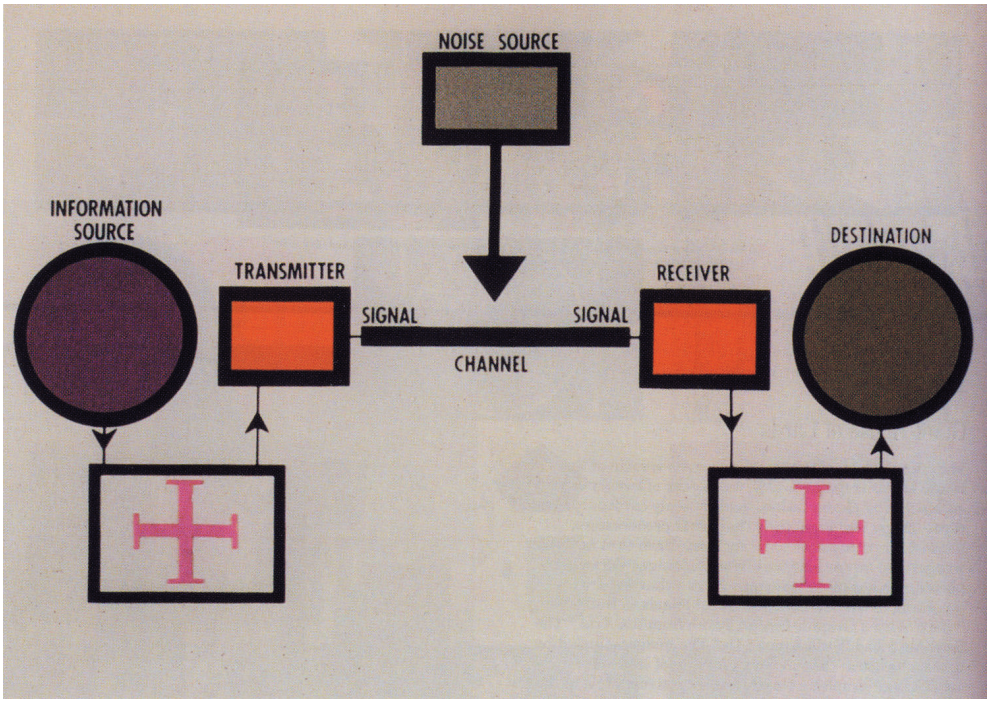
Georges Teyssot

Depuis un demi-siècle, la réflexion sur les constructions, leurs formes et leurs rythmes a connu des changements fondamentaux, en particulier depuis l'introduction de techniques informatiques avancées. Afin d'analyser la notion de structure, on pourrait introduire certains concepts de Gilbert Simondon, tels que l'individuation, la transduction, la métastabilité. À la fois techniques et esthétiques, ces concepts organisent le territoire. Ils créent des points de repère ancrés dans le paysage. Dans une alliance synergétique de schèmes techniques et de pouvoirs naturels, la nouvelle grille établit des lieux privilégiés dans le monde générant une nouvelle forme de *genius loci*. Pour Simondon, l'objet technique acquiert ses capacités esthétiques à partir d'une réalité plus vaste et ces points clés confèrent un sens esthétique à la topographie. Dans la construction d'un réseau, ces points sont placés au milieu, entre les choses ; ils forment un « milieu ». En examinant la question dans un contexte géographique (et topographique), il faut redessiner une carte entre la conception, la technologie et le paysage. Sans programme préétabli et ouvert aux digressions, le texte décrit les concepts d'information et d'entropie, qui contribuent à mettre en évidence la présence évidente de la notion de forme dans le mot in-formation. Entre Charybde et Scylla, le texte mettra en garde contre le pessimisme du magicien de Fribourg (le dénigrement des technosciences par Martin Heidegger), puis s'interrogera sur l'empirisme incessant de la soi-disant construction de systèmes sociotechniques, qui menace de brouiller notre jugement.

GEORGES TEYSSOT

Georges Teyssot est professeur titulaire à l'École d'architecture de l'Université Laval de Québec. Parmi ses publications, traduites en douze langues, nous retiendrons *Die Krankheit des Domizils. Wohnen und Wohnbau, 1800 -1930* (Wiesbaden, Vieweg, 1989) ; sa contribution à *Flesh: Architectural Probes* dirigé par Diller et Scofidio (New York, Princeton Architectural Press, 1995 ; rééd. 2011). Commissaire, avec Diller Scofidio + Renfro, de l'exposition *Surface du quotidien. La pelouse américaine* au CCA à Montréal (1998), il a dirigé l'ouvrage *The American Lawn* (New York, Princeton Architectural Press, 1999). Il a récemment publié un livre sur Walter Benjamin, sous-titré *Les maisons oniriques* (Paris, Hermann, 2013) ainsi qu'un volume en anglais intitulé *A Topology of Everyday Constellations* (Cambridge, MA, The MIT Press, 2013), dont il a édité la version française (*Une topologie du quotidien*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2016).

It is urgent to challenge the division (and the divide) between architecture and construction. In order to dissect the notion of structure, one could introduce some of Gilbert Simondon's concepts, such as individuation, transduction, metastability, and so-called key points, the last exemplified by antennas and telephone exchanges. Such objects, which in Simondon's view are both technical and aesthetic, organize the territory. They create key points embedded in the landscape. In a synergetic alliance of technical patterns and natural powers, the new grid establishes privileged places in the world generating a new form of *genius loci*. For Simondon, the technical object acquires its aesthetic capabilities against the background of a vaster reality. As types of energy crossing nodes, key points confer aesthetic meaning to topography. In the building of a network, they are placed in the middle, between things; they form a "milieu." While examining the question in a geographical (and a topographical) context, one has to redraw a map between design, technology and landscape. Although adverse to any kind of prefixed agenda and open to digressions, this exposé offers accounts of the concepts of information and entropy, which help to highlight the obvious presence of the notion of *form* in the word "in-formation" (clearly the best place to hide something is always in plain view). Above all, steering between Charybdis and Scylla, the text cautions about the doom and gloom of the "wizard" of Freiburg (i.e. Martin Heidegger's disparagement of techno-sciences), then questions the incessant empiricism of the so-called "construction of sociotechnical systems," which threatens to cloud our better judgment. Finally, before completing this short journey, the author wishes to convince the reader to order a copy of Simondon's book in French, or at least the recent translation in English: *On The Mode of Existence Of Technical Objects*.



△ Figure 1. Charles & Ray Eames, *A communications primer*, 1953.

The film was based on the communications theory outlined in Claude Shannon's 1949 *The Mathematical Theory of Communication*. The film uses Shannon's Input/Output diagram and the theory of signal processing as its basis. Elements of the film were included in the Eames Sample Lesson presentations at the University of Georgia and UCLA. It was subsequently refined and completed.

TECHNO-SCIENCE

Together with his anti-Semitism,[1] Heidegger's anti-scientism is well established.[2] For the "wizard" of Freiburg, the era of the history of Being, identified as modern times, is where the Being of beings becomes objectified (Heidegger, 1971, pp. 15-87). In the science of the modern world, such Being of beings is leveled to representation and objectivity (p. 59). In the essay on the "Essence of Technology," Heidegger announces that, under the influence of the *Ge-stell* (literally frame, shelf; by extension, device, apparatus), beings are reported in advance to a stock (*Bestand*) where they wait to be supported by a device in order to obtain calibrated effects, like a product in a factory or an article in a warehouse (Salanskis, 2009, p. 60). The instrumentalist understanding of Western technology leads to an "enframing" of all nature as a standing reserve, ready for human purposes (Heidegger, 1977, pp. 3-35). It is not a minor paradox that Heidegger's technophobia found fertile ground in "leftist" thinkers, such as Jacques Derrida, Philippe Lacoue-Labarthe, Giorgio Agamben or Bernard Stiegler, who (oversimplifying excessively their work) partly based their criticism of the technique on Heidegger.

Moreover, it seems an amalgamation occurs, in which science, technology and capitalism are combined in an arbitrary manner. In terms of political philosophy, which is implicit in the current debate, the favor met by Heidegger's technophobic inspiration lies mainly in the equation established between these three terms. In a single gesture, this argument seems to criticize technique itself as a reductive process, science as a representative project serving the technical and thus mingling with technique, and capitalism as operating toward the same result: extending the reach of commodities worldwide . Through its simplicity, such a homogenization of political criticism feeds a kind of obsessive catastrophism, seducing the authors of many discourses (Salanskis, 2009, p. 65). Conversely, it seems urgent and necessary to think of capitalism, science and technology separately, to the extent that, in their history as in their practice, these three fields may both converge and diverge (Salanskis, 2009, p. 66). Moreover, such "criticism" does not take into account changes since the time of Heidegger. For half

1 Especially since the publication of the Black Notebooks and the book by Peter Trawny (2015).

2 See the interview "*Wissenschaft denkt nicht. Heidegger über das Schicksal des Denkens*" (https://www.youtube.com/watch?v=HwuSmN5ptGA) and Jean-Michel Salanskis (2009, p. 45).

a century, thought concerning devices and their shapes and rhythms has undergone fundamental changes, especially since the introduction of finer and cleaner computerized techniques (Salanskis, 2011, pp. 132-153). These open up a world possibly spared the immense devastation of the first industrialization, without (or with less) damage and with fewer disruptions.

An antidote to Heidegger's doom, and perhaps also a fix for the "devastation of the sensible" announced by Stiegler (2004), would come from listening to and reading the French philosopher Simondon, whose deep understanding of technical objects offers a remarkable return from the bilious and dyspeptic pessimism of the German philosopher, locked in his Greco-Germanic, original, alethic truth as unconcealment (from the Greek ἀ-λήθεια, i.e. the state of not being hidden). For Simondon (1968), however, the technical object progresses toward a state of organicity, placing itself at an intermediate stage between the biological object and the physical object. Discovered early by Gilles Deleuze, Simondon's work saw a posthumous adventure in itself as a corpus of exceptional magnitude. Far from being limited to an original approach to technique and the mode of existence of machines (Simondon, 1958b; Salanskis, 2009, p. 63), he develops an original philosophy that overcomes most of metaphysics' historical oppositions (subject/object, form/matter, concrete/abstract, figure/ground, material/immaterial). In opposing the dominating technophobia implicitly, he introduces an idea of the environment (*milieu*) that questions the genesis of individuals (and pre-individualities, such as cell membranes) and their interaction with the environment. Various books, including those by Jean-Hugues Barthélémy (2008, 2014, 2009-2015, 2016) and Xavier Guchet (2010), allow us to better understand and grasp the dimension of this work. Building on the concepts of individuation, transduction and metastability, Simondon has developed thought concerning creation and production, where the distance between animate and inanimate wanes, as much as that between individual and collective.

Today, if one needed to refer to contemporary dominant trends in the field of the history of technics and theory of science, one would probably consider Bruno Latour's *Science in Action* (1987) or his *The Pandora's Hope* (1999). Such exemplary works continue the so-called "social constructivism" program, for which science is first and primarily a social construction. Such a trend confers the status of social actors to technical objects, which is a positive hypothesis. However, all social constructivism implicitly imposes

a relativistic position. The question to ask is: A social construction of what? Of everything? That's what Ian Hacking, the Canadian philosopher, ultimately wonders (Hacking, 2000; Barthélémy, 2014, p. 185). The social construction of technology is the method, the leitmotif, the key word and even the slogan that governs the minds among a majority of scholars of technology, from Edward Hughes (1960) to Paul N. Edwards (Edwards, 2003, pp. 185-225, see p. 207). Such studies are useful and valuable; however, they belong to a straightforward history largely discernable by an empirical approach, which shows little explicit theorizing. When Simondon, in his book *Du mode d'existence des objets techniques* (*On the Mode of Existence of Technical Objects*) (1958b), refers to the ages of techniques, he focuses especially on the task of generating "phylogenetic lineages," refusing any idea of a general history of technics. He also excludes the reduction of technical objects to their usage (i.e. their socio-economic function), attempting, instead, to define their specific, precise operations (French: *fonctionnements*). Ultimately, Simondon's method is able to distinguish between a genetic perspective (his own) and a purely historical perspective. Simondon offers not only a historical periodization of technology but eventually an understanding of what technicality (French: *technicité*) is as a genesis (Barthélémy, 2014, p.160).

Simondon calls "individuation" the genesis in general, as the constitution of a unit retaining a generic identity. In all geneses, even physical, there is already an individuation (Barthélémy, 2014, pp. 212-213). In Simondon, the notion of "transduction" refers to the process of individuation of the real itself (pp. 226-227). The concept of individuation describes large-scale transformations of an entire system. This is why transduction can be defined as: "[being opposed to both deductive and inductive operations,] a physical, biological, mental, social operation through which an activity propagates gradually within a domain, by founding this propagation on a structuration of the domain that is realized from one place to the next." (Simondon, 1958, p. 32, translation G. Teyssot).[3] The simplest paradigm of transduction is crystallization (Simondon, 1958, p. 33). The transductive operation would consist in the spread of a reticulated structure, step

3 As a doctoral candidate in France, Simondon was required to submit two dissertations, both of which he defended and submitted in 1958. His main thesis, L'individuation à la lumière des notions de Forme et d'Information [Individuation in the Light of the Notions of Form and Information] was published in two parts, one in 1964 (Presses Universitaires de France, Paris) and the other in 1989 (Aubier, Paris), and both together in 2005 (Éditions Jérôme Millon, Grenoble). His minor or supplemental thesis, Du mode d'existence, was published in French the year he defended it (Aubier, 1958, 2012) and eventually in German and Spanish editions but not in English. See the forthcoming English-language translation: Gilbert Simondon, On the Mode of Existence of Technical Objects, Cecile Malaspina, translator (Minneapolis, MN: Univocal, 2017).

by step, to a whole field, starting from a structural germ, as in a saturated saline solution. Simondon's thinking defines the transduction that characterizes a metastable system. Inspired by crystallography, metastability is described as a field, and then as a germ acting on this field. In this case, the seed is the transmitter and the field acts as the receiver. Metastability is produced by the action of the potential energy, and by that of information. So, there is equivalence between energy and information (Simondon, 1964, quotation p. 532). In summation, transduction refers to the structure of a state of pre-individual tensions. Also, transduction can be a vital operation within the domain of the organic individual. Likewise, at the level of knowledge, it can be a psychological operation. Moreover, it defines the true process of invention as neither inductive nor deductive, but transductive. Furthermore, it leads to analog operations. In Simondon's genetic ontology, transduction "is ontogenesis itself" (Simondon, 1958a, p. 33). Simondon knew well the *Reflections on the Science of Machines* (1932) by architect (and engineer) Jacques Lafitte (Simondon (2005), pp. 97-98; pp. 158-226), who had distinguished between "simple machines," such as motion transformation systems (e.g. the lever) or "passive machines" like the architectural vault; "machine-tools," which are semi-autonomous, receiving energy from an external environment; and self-regulating "real machines," which are independent both for the supply of energy and of information (Lafitte, 1932; Barthélémy, 2014, pp. 215-216).

INFORMATION AND ENTROPY

One of the issues confronting postwar thinking about technology consisted in trying to discern the relationships between information, form, order and probability. During the 1950s, Simondon himself addressed this problem by developing an alternative to Norbert Wiener's cybernetics. He proposed to consider information an intermediary term, something in between form and randomness: "Information is not some form, neither an ensemble of forms; it is the variability of form, the supply of a variation in relation to a form. It is the unpredictability of one variation of form, and not the pure unpredictability of all variation. Thus we would be inclined to make the distinction between three terms: the pure hazard or randomness, form, and information" (Simondon, 1958b, p. 137). He was zooming in on one of the

most difficult problems of the time. He recommended (in opposition to Wiener) the separation of information from form, or at least asked that information NOT be reduced to form (Barthélémy, 2008, pp. 70-71; Triclot, 2008, p. 233). In such a climate, the question was: What is information?

Contemporary information theory begins in the late 1940s with the work of Claude Shannon and Wiener (Triclot, 2008, p. 69). Shannon's concept and Wiener's views, which at first sight appear similar, are actually quite different (Shannon, 1948; Shannon & Weaver, 1949; Wiener, 1948). Inspired by methods of code breaking and cryptography, Shannon, an electrical engineer, offered an abstract representation of information belonging to the world of exchanged symbols. Any other aspect, whether material or energetic, including any meaningful content, was ignored as irrelevant. What remained was the arrangement of symbols, apprehended through a statistical method (Triclot, 2008, p. 70). The consequence was that information began to take the form of an intangible and immaterial element – a new substance existing alongside matter and energy. Implicit in Shannon's mathematical formula was the idea of a pure code, a code that in itself has nothing to do with materiality and signification.

According to Wiener, Shannon was concerned with data processing and "coding information," that is, with how best to encode the information a sender wants to transmit (Wiener, 1961, p. 10). Wiener's cybernetics, however, touched a broader field. It aimed to establish a unified theory of forecasting the future by means of a statistical method. Electric filters would be created to reduce the amount of noise in a signal, while information feedback would generate control systems implemented by means of computer control and automation (Triclot, 2008, p. 71). Shannon and Wiener advanced two different representations of information: as a code for the former and as a signal for the latter. Wiener wanted to apply signal processing to animal, human and machine behavior and to control their interaction by using a process of negative feedback. In biology, such a process is called homeostasis. Negative feedback describes the act of reversing a discrepancy between a prefigured and actual output (Triclot, 2008, p. 78). For Shannon, information is better represented by the notion of form. It indicates a form that expresses the singularity of a material layout and refers to a certain quantity of structure and organization present in things. Following the work of Shannon, Wiener and many others, the determination of the physical status of information was resolved in at least in two

ways: first, as a response to a local issue (How does line noise interfere with telecommunication circuits?), and second, as a global issue (What was the relationship between information and entropy?) (Triclot, 2008, p. 217). This second approach was inspired by nineteenth-century thermodynamics, for example Sadi Carnot's cycle and principles that described how to produce work from a decrease in heat. After the findings of James P. Joule, Rudolf Clausius developed the classical thermodynamic theory, which resolved the puzzle of lost energy. In any thermodynamic system, any irreversible process leads to an incremental dissipation of a small amount of energy: i.e. entropy. Subsequently, Ludwig Boltzmann used a statistical method to describe the macroscopic diffusion of gas particles. Entropy of an isolated system was defined as the natural logarithm of the probability, multiplied by Boltzmann's constant, in an equation that offered the foundation of statistical mechanical entropy. It illustrated how, in an isolated system, entropy evolves in a non-reversible mode toward states that are more and more probable, and less and less ordered, ultimately reaching a final (or more probable) state (Triclot, 2008, p. 224). From then on, entropy became a measure of molecular disorder.

Observing formal similarities between Boltzmann's equation and Shannon's work, Wiener proposed an analogical relationship between information and entropy such that information was simply the reverse of entropy (Triclot, 2008, p. 224). The association between entropy and information was thus based on a definition of entropy derived from the increase of probability: "[T]he more probable a message is, the less information it gives" (Wiener, 1954, p. 21). An improbable message, to the contrary, is a highly informative message. The amount of information transmitted over the channels in a message is measured as the negative logarithm of its probability. By extension, the same can be applied to a system, which is defined as a very probable state: more entropy means less relevant or important information. Because the equation is a logarithm, it implies that both entropy and information are additive, either in a message or in a system, meaning that the information of many single messages can be added. Wiener remarked that entropy is "a measure of the degree of disorganization of a system" (Wiener, 1961, p. 11). The quantity of information is also interpreted as a measure of the degree of organization of a material ensemble. Here there are no more traces of the intuitive connection between information and knowledge. Information no longer connects to a cognitive process, only to

the material properties of material systems. Information, like entropy, is a physical magnitude that serves as an index of a system's state.

An unintended consequence of this "entropic" understanding of information is that it helped to revive, behind the notion of information, the classical concept of form. Cybernetics raised an important issue: How to connect information to formation, and thus link information to form? Wiener's response was to refer to the idea of pattern: "Messages are themselves a form of *pattern* and organization" (Wiener, 1954, p. 21; Triclot, 2008, p. 226). The meaning of information therefore has switched to the realm of form-giving. Accordingly, a system with an elevated quantity of information is an ordered system, presenting significant, meaningful forms, as opposed to a state of undifferentiated disorder (Triclot, 2008, pp. 226-227). What had an enormous influence on postwar thinking, but also on artists' (such as Robert Smithson's) sensitivity, is the confirmation of entropy's irreversibility. Once again, the nineteenth-century belief in the thermal death of the universe, suggested by Lord Kelvin's second law of thermodynamics, was validated. Such a conviction had since led to the cosmological hypothesis of a world reaching its maximum entropy. In Wiener, one finds two kinds of fatigue, or entropy. In the first, information, as opposed to noise, is degraded; it then enters a cycle of exhaustion to the benefit of disorder and homogeneity. In the second, the action of time depletes information through an inexorable decrease in information's quantity. However, refusing to give in to despair, Wiener suggested that both living organisms and machines appear as devices whose fate is to temporarily resist the entropic, to bring in some order, induce form and create a difference in a world sinking into chaos:

> We are immersed in a life in which the world as a whole obeys the second law of thermodynamics: confusion increases and order decreases. Yet, as we have seen, the second law of thermodynamics, while it may be a valid statement about the whole of a closed system, is definitively not valid concerning a non-isolated part of it. There are local and temporary islands of decreasing entropy in a world in which the entropy as a whole tends to increase, and the existence of these islands enables some of us to assert the existence of progress (Wiener, 1954, p. 36; Triclot, 2008, p. 228).

Yet, in Wiener's opinion, nothing suggested optimism, because in such a tragic cosmology, entropy would always prevail globally. It is worth

recalling how Shannon's theory of communication was also influential in the fields of architecture and design; for example, it became the subject of a film produced by Charles and Ray Eames: *A Communication Primer* (1953) (see Schuldenfrei, 2015; Harwood, 2011, pp. 43-45) (figure 1).

Simondon was also confronted with Wiener's cybernetics, which he fully absorbed and transformed into a project that attempted to reconcile the domain of technique and culture that, in the postwar period, many thinkers believed to be antagonistic. Simondon's genetic ontology presented itself as a philosophy of information; therefore, the dialogue with Wiener became crucial (Barthélémy, 2014, pp. 144-145). There is a kind of symmetry between the two works: Wiener's cybernetics was an analogic conception offering a commanding vision and a formidable interpretation of a technologically oriented world, while Simondon's mental transduction presented itself as a "universal cybernetics." For the latter, Wiener's cybernetics was an inter-scientific investigation, parallel to the theory of information, to which it was related (Simondon, 1958b, p. 110). It should be noted that Simondon's amendment to the concept of information would remain incomplete, a circumstance that might explain why his work remained unknown for such a long time (Barthélémy, 2014, p. 145). The first point of contention is that Simondon could not follow Wiener (or Louis Brillouin), for whom information is negative entropy (i.e. that information is what is most probable, and that entropy is precisely this trend toward disorder as the most probable state). In other words, Simondon rejected that entropic irreversibility is restricted to a probabilistic problem. The second point of disagreement is as follows: technological information theory is a quantitative theory, in which information and meaning are distinct, separate and permanently divided. For Simondon, "[T]he concept of information should never be reduced to signals, or materials, or information vehicles ... driven primarily by abstraction from the technology of transmissions" (Simondon, 1958a, p. 35). Simondon attempted to provide a scheme that allows us to "bring up *a version for a non-probabilistic* information theory" (Simondon, 1958a, p. 542, emphasis added). Simondon's universal cybernetics was akin to a "systemics," as theorized by Karl Ludwig von Bertalanffy (1901-1972), the Austrian biologist and author of a series of articles in the postwar period, published finally in his seminal *General System Theory*

(1968).[4] Systemics, unlike cybernetics, is not based on feedback concepts (Wiener) and information theory (Shannon) but on concepts derived from thermodynamics. These concepts are related to what Simondon theorized under the name of the "metastable," a term also used by Wiener. Ultimately, Simondon's originality was to merge two divergent approaches, inventing a systemic concept of information (Barthélémy, 2014, p. 148).

KEY POINTS

In his book *Du mode d'existence des objets techniques* [*On the Mode of Existence of Technical Objects*] (1958), Simondon refers to "key points" – objects at once technical and aesthetic – structuring the territory, such as a bridge, a lighthouse, a castle, a ruin, an antenna (Simondon, 1958b, p. 181). At one point in his text, Simondon had used the concept to describe the structure of the "magical" world in which humans lived before they made a distinction between religion and technology (Teyssot, 2016). The key points of the magical world included spaces of inflection and crossing, such as a mountain peak or the heart of a forest, and enabled a "reticulation of space and time which highlights privileged spaces and moments, as if all of man's power of acting and all of the capacity of the world to influence man was concentrated in these spots and these moments" (Simondon, 1958b, p. 164; as reviewed by Robert Mitchell, 2016; see also Robert Mitchell, 2012). Simondon's descriptions of both magical and modern key points underscore his sense that humans relate practically and affectively to space as a medium that is fundamentally heterogeneous and structured by gradients of attraction and repulsion. Such monuments are also "equipment," in the modern sense of the word.[5] These engineered structures create key points anchored in the landscape. In the volume mentioned, Simondon shows that a new reticulation is favored by technique, instituting a privilege to be granted to certain places in the world, in a synergetic alliance of technical schemes and natural powers: "There, the aesthetic impression

4 The first articles from Bertalanffy on General Systems Theory are: Id., "Zu einer allgemeinen Systemlehre," Blätter für deutsche Philosophie, 3 / 4, 1945, Extract in: Biologia Generalis, 19, (1949), pp. 139-164; Id., "An Outline of General System Theory," British Journal for the Philosophy of Science, 1950, 1, pp. 114-129; Id, "General System Theory - A New Approach to Unity of Science (Symposium)," Human Biology, Dec 1951, Vol. 23, pp. 303-361.

5 The modern sense refers here to Michel Foucault's notion of "équipement" (device, apparatus, gear), which is now accepted in English usage.

appears, in this accord and this surpassing of technique," inserting itself into and linking "to the world through the most noteworthy key points" (Simondon, 1958b, p. 164).

Since antiquity, the elements that constitute the territory – such as natural landmarks, trees, rocks, mountains, grottoes – have become cultural figures, magical and/or religious, capable of giving a meaning to the landscape (Simondon, 1958b, p. 182). Figures and grounds develop a relationship of mutual tension, creating an unprecedented reticulation of the territory (p. 182). In this way, a work of art participates in a networking of the world through its insertion in a region, a town or a site that thus becomes distinctive: "It is indeed the insertion that defines the aesthetic object ... the work of art defines the highest point of a promontory, ends the barrier wall, surmounts a tower" (pp. 183-184). In the world, there are remarkable places, exceptional points that stimulate aesthetic creation: "[T]hus, the aesthetic work makes the universe come into bloom, extends it, constituting a network of works, that is to say a network of exceptional realities, radiating, a network of key points in a universe at once human and natural" (pp. 183-184). The aesthetic impression is linked to the insertion in the environment; it is like a gesture that fits itself into the natural milieu, like the sail of a ship under the force of the wind: "the lighthouse by the edge of the reef overlooking the sea is beautiful, because it is inserted on a key point of the geographic and human world" (p. 185). A technical object such as this leads to a redefinition of the relationship between figure and ground: "[T]he object is beautiful when it has met a ground that suits it, of which it can be the proper figure, that is to say when it rounds off and expresses the world" (p. 185). For Simondon, the technical object acquires its aesthetic capacities against a vaster reality that is used as a territory.

Key points confer an aesthetic sense to topography, in roughly the same way as energy transit points do. Constituting a network of works, such points are placed right in the middle, in between things; they form a "mi-lieu" (literally, a "mid-place"), which explains the beauty of power line towers crossing a valley (Simondon, 1958b, p. 185). The technical object is beautiful when it is the fruit of a meeting between the figure and the background. An oil refinery, a hydroelectric power plant, a telephone exchange (objects that are oh so forbidding!) are located at the crisscrossing of circuits and, consequently, can be beautiful, for the lights that come on express aspects of human life, making explicit an unsatisfied desire, an imminent piece

of news, a renewed hope (pp. 186-187). The techno-aesthetic objects express affect and percept, and it is conceivable that Deleuze made, up to a certain point, Simondon's thesis his aesthetic and philosophical bible. The examples presented by Simondon have value at once local and global, such as power lines and pylons cutting across forests. They provide the necessary paradigm, which allows the tracing of a new architectural cartography, illustrating the key points in our contemporary world and age of techno-industrial and techno-scientific development. Without nostalgia, they also redefine the notion of "nature," extracting it from its picturesque or romantic substrate (Teyssot, 2014).

Though Simondon's account of magical key points was intended to describe a world now long past, a contemporary reading might help us consider ways in which scientific knowledge about global ecological processes has facilitated the emergence of new key points that are neither magical, in Simondon's sense, nor precisely technical/aesthetic objects of the sort exemplified by postwar, heavy-duty industrial objects, such as turbines, automobile motors, cathode-ray tubes and diodes. Specifically, one has in mind spaces such as the ice packs of the North Pole and Antarctic, the Amazon rain forest, and natural parks such as Yellowstone (whose managers seek to maintain "wild" herds of animals). The beauty of such places is at this point inseparable from the scientific knowledge that positions them as key points within global ecological processes, yet these are not technical objects in the sense of bridges, lighthouses and castles (if only because their practical power and "use" requires that they not be used in the mode of technical objects) (Teyssot, 2016 review by Mitchell).

There is a theoretical question, raised by Simondon, that deserves careful consideration. A major portion of Simondon's magisterial demonstration is based on the concept of analogy, because his aesthetic thinking maintains figure and ground together in an analogical relationship (Simondon, 1958b, p. 189). For Simondon, the analogy consists of the identity of the relationship between figural structures and a ground of reality. It is the identity of the coupling of the figure and the ground. Such a relationship of analogy offers a guarantee to the unity of the aesthetic work. Forming a complete universe, this relationship creates true monads in the Leibnizian sense of the word (p. 190). What creates the conditions for beauty is not an isolated object, such as a statue, but the association between a real aspect of the world and a human gesture. For example, it is the combination of the

landscape and the villa that is beautiful, not the statues of the garden taken separately (p. 191). It is because of the garden (ground) that the statue (figure) can appear to be beautiful. Thus, another paradigm: lines would not be harmonious if they were purely relational (p. 191). With all due respect to Matila Ghyka's golden number and Le Corbusier's Modulor, beauty is not shaped by number and measure per se. In fact, notes Simondon, a certain curve can be beautiful even when it is difficult to determine its mathematical formula. Simondon's argument is still valid and has not aged. Besides, there is in it a truth that the painter Eugène Delacroix knew well:

> There are lines that are monsters: the straight line, the regular serpentine, above all two parallel lines. When man establishes them, the elements wear them away. Mosses, accidents break the straight lines of his monuments. A line alone has no meaning; it will need a second one to give it some expression. Great law. Example: in musical harmonies, a note has no expression, two together form a whole, express an idea (Delacroix, 1843/1849, vol. II, p. 1600).

ASSOCIATED MILIEU

When all is said and done, it is necessary to come back to the question of the relationship between form and matter, at the root of the Simondonian notion of force, before introducing the concepts of form and information, which allow one to develop and explain the process of "modulation" as laid out in a masterful way in Simondon's main thesis: *Individuation in the light of the notions of form and information* (*L'individuation à la lumière des notions de forme et d'information*) (1958). Criticism of the substantial subject (the *me* of psychology, the *I* of metaphysics) occurred through exploration of new impersonal individuations, those pre-individual singularities that Deleuze effectively discovered in Simondon's main doctoral thesis, defended in 1958 and published in part in 1964 as *L'Individu et sa genèse physico-biologique* (*Individuation and its Physical-Biological Genesis*) (Simondon, 1958a). For Deleuze, Simondon's essay offered the first rationalized theory of impersonal and pre-individual singularities (Sauvagnargues, 2009, pp. 26-27). Simondon was to contribute to an undermining of the paradigm of the individual being by reformulating the problem in terms of

the whole set of processes, the forging and emergence of the real, that lead to individuation (Simondon, 1958a, p. 67). To describe this phenomenon, one must be able to reconstitute pre-individual nature as the source of all existence, the principle of genesis: nature before things and individuals, the source of their begetting (Debaise, 2005). To the question, "What is an individual?", Simondon replies:

> One cannot, strictly speaking, talk about an individual, but only about individuation; we need to go back to the activity, to the genesis, instead of trying to apprehend the fully-formed being in order to discover the criteria by which we know whether he is an individual or not. The individual is not a being but an act, and a being is an individual as an agent of this act of individualization by which he manifests himself and exists (Simondon, 1958a, p. 191, translation G. Teyssot; Barthélémy, 2008, pp. 18-19).

What one is being asked to do is to consider nature not as an *a priori*, but as a construction on progress. Pre-individual nature has to be constructed to take account of all processes. The transition from nature to the individual can be constructed by broadening the concept of nature to the whole set of realities prior to individuation, whatever the level of complexity, and by managing to define unbalanced systems, known as "metastable" systems.

One needs to see nature as "the *reality of the possible*" (Simondon, 1958a, p. 305, translation G. Teyssot, Simondon's emphasis) – that is, as what is likely to cause something to exist. This reality of the possible corresponds to a "real potential" that distinguishes it from both the possible and the virtual, suggesting that the notion of virtuality be replaced by the notion of "the metastability of a system" (Simondon, 1958a, p. 313, translation G. Teyssot ; Barthélémy, 2008, p. 21). Simondon makes clear in his minor or supplemental thesis of 1958, *Du mode d'existence des objets techniques* (*On the Mode of Existence of Technical Objects*), that "the potential is one of the forms of the real, as completely as the actual is" (Simondon, 1958b, pp. 155-156, translation G. Teyssot). These potentials "are not the simple virtuality of future states, but a reality that drives them to be. Becoming is not the actualization of a virtuality ... but the operation of a system having potentials in its reality" (pp. 155-156, translation G. Teyssot). Simondon consequently establishes an important distinction between the possible, the actual and the virtual: the possible doesn't "contain" the actual already, just as nature does not include all beings virtually, and all beings are not the realization of a given nature. Without going into the intense debate

about whether Deleuze's reading of Simondon was a misinterpretation, a difference between their points of view remains. Simondon's pre-individual is ontological, whereas Deleuze's is transcendental to the extent that it consists of "singularities." For Simondon, singularity is what will carry on the information process by actualizing it in a field of potentials. Conversely, for Deleuze, the potential field is composed of a set of singularities that events will actualize, and then differentiate (Michalet & Alloa, 2013, pp. 203-215, see p. 206; Barthélémy, 2014, pp. 189-191). As he did with many philosophers (and not the least Spinoza, Leibniz, Bergson), Deleuze used Simondon for his own purpose, interpreting the concept of singularity in mathematical terms, not within the field of thermodynamics. As Anne Sauvagnargues writes, for Deleuze, "[T]he virtual is not prior to the actual but problematic and coexistent. But of course, it actualizes itself and the arrow tip of individuation points from the virtual to the actual" (Sauvagnargues, 2009, p. 241, pp. 350-351; Barthélémy, 2014, p. 188). In Deleuze, that which effectuates the passage of the virtual into the actual is the intensity (or intensive quality) whose essential activity is that of individuation. Simondon uses information theory to describe individuation in physical and biological systems, showing that traditional distinctions between form and matter, individual and milieu, animate and inanimate, must be reconceived in terms of information in order to take into account the reality of the process of individuation. Moreover, Simondon proposes to stretch individuation beyond the individual being and extend it to a broader nature, to whose identity it contributes. Thus Simondon speaks of individual-milieu (*individu-milieu*), a hybrid form, loaded with potentialities and singularities: "The individual, arising from a situation of genesis, seems to be finally just a kind of crease, a fold that, while unfolding, would unfurl the whole of nature" (Debaise, 2005, pp. 5-8, translation G. Teyssot). To view milieu, itself the result of individuation, one is obliged to consider the individual *and* its environment. Already, in different ways, various nineteenth-century scientists, such as Jean-Baptiste Lamarck and Claude Bernard, had defined the idea of an "associated milieu."

Contemporary biological studies of the cell's permeability allowed Simondon to formulate hypotheses on a chrono-topology: "The living membrane … is characterized … by what separates an interior state … from an exterior region" (Simondon, 1958a, p. 225, translation G. Teyssot). While filtering what passes through, and preventing access to other bodies or substances, the membrane is polarized. Therefore, milieu takes the

specific sense of a third biological term, neither inside nor outside but in between (Petit, 2009, pp. 47-75, see p. 57). In *The Logic of Sense* (1969), Deleuze notes that "membranes are no less important, for they carry potentials and regenerate polarities ... The internal and the external, depth and height, have biological value only through this topological surface of contact" (Deleuze, 1969, pp. 103-104). This will lead to considerations about the folded surface of the cell, allowing Deleuze to assign a biological value to Paul Valéry's famous statement: "The deepest is the skin" (Valéry, 1931, p. 215). Then, Deleuze inserts a long quotation extracted from Simondon's thesis:

> The living lives at the limit of itself, on its limit ... The characteristic polarity of life is at the level of the membrane; it is here that life exists in an essential manner, as an aspect of a dynamic topology which itself maintains the metastability by which it exists (Simondon, 1964, pp. 260-264; cited by Deleuze, 1969, p. 104).

Simondon's conception presupposes the existence of a pre-individual reality, because "what appears in the individuation is not only the individual, but the couple individual-milieu" (Simondon, 1958a, pp. 24-25, translation G. Teyssot ; Barthélémy, 2008, p. 41). Simondon will thus uncover and illuminate genetic principles, contemporary to real processes, first investigating theories of matter (crystallization), then theories of life (membrane) (Sauvagnargues, 2009, p. 244). Simondon concludes with a theory of form: "A technical operation institutes an internal resonance while matter takes form, by means of energetic conditions and of topological conditions; topological conditions can be named form, and energetic conditions express the entire system" (Simondon, 1958a, p. 45, translation G. Teyssot). In conclusion, topology and chronology coincide in the individuation of the living: they are not *a priori* forms, but the dimensionality of living while it is individualizing. Thus, for Simondon, the conditions are met to think of morphogenesis (Simondon, 1958a, p. 228). As a result, it is the genetic processes – brick, membranes or crystals, for example – analyzed by Simondon that allow for rethinking spatial categories, such as inside and outside, depth and height, transparent and opaque, top and bottom, front and rear, light and heavy, mobile and immobile, fast and slow, smooth and striated. Suddenly, basic architecture sees its meaning transmuting into a topological surface of contact.

MATRIX

The trilogy *The Matrix* (2000-2003), directed by Andy and Larry Wachowski, is akin to an educational tale, even an initiation narrative. Recalling Goethe's novel, it could be titled: "The Sorrows of Young Neo." The hero (Neo) must follow a journey of training, becoming a follower of the Tao, a master in martial arts, and a hacker, to gain greater control of his virtual body to free his mind from the clutches of the Matrix (Badiou *et al*., 2013, p. 11). It is as if the emancipation could happen, not outside but inside the virtual reality of the Matrix. Humanity seems to get free of the Matrix *throughout* and *within* the Matrix (Badiou *et al*., 2013, p. 54), that is, by controlling or exploring the virtual. This theme introduces the issue of control. Who controls whom, or what? Machines or humans? Unfortunately, this is a false problem. In the era of cybernetics, control is perfectly capable of becoming a technical function, bringing out the false dilemma between master and slave. Cybernetics is a science of control (from the Greek *kubernêtê* meaning "pilot" or "governor"), which offers technical models of the control function. Moreover, in *Du mode d'existence des objets techniques* (*Of the Mode of Existence of Technical Objects*) (1958), Simondon notes that during a long period, it was man himself who played the role of technical individual (slave, servant, serf, worker). In this way, when the machine became a technical individual, it seemed to occupy and usurp the place of man.

Now machines (cybernetic and intelligent) have become real technical individuals by themselves. The ideas of serfdom and liberation depend on a bygone concept of the machine (Badiou *et al.*, 2013, p. 139). As shown in *The Matrix*, man makes himself already part of the machine. In short, for Simondon, the technical object is individualized. Simondon applies the concept of individualization to the technical object, by virtue of the fact that, as with a living being, the "individual-technical" that is the machine calls for an "associated milieu," which participates in its operations, such as networks (Barthélémy, 2014, pp. 212-214). For Simondon, man is not external to the technical reality but is amid intelligent machines, which are cybernetic, even "allagmatic." Allagmatic is the theory of operations.[6] Ultimately, man discovers new potentials, renewed purposes, new

6 The Greek word allagma can mean "change" or "vicissitude," but it can also mean that which can be given or taken in exchange, which more genuinely captures the idea of energy exchange in Simondon's usage.

possibilities, as it allows the technical reality to become increasingly "individual" in Simondon's sense (Badiou *et al.*, 2013, p. 141). While man takes his place in a composite, technical, middle place, he will be able to uncover a reality of a singular kind. Then again, as sketched out in the late text by Simondon, entitled "Sur la techno-esthétique" ("On the Technoaesthetic") and published posthumously, it actually seems that a fruitful path opens up. Judging by the transductive, metastable objects presented in Simondon's work, and by Deleuze and Guattari's nomadic, prosthetic development thereof, a techno-aesthetic could be deployed.

RÉFÉRENCES

Badiou, A., During, É., Maniglier, P., Bénatouïl, T., Rabouin, D. et Zarader, J.-P. (2013). *« Matrix » : machine philosophique*. Paris, Ellipses.

Barthélémy, J.-H. (dir.) (2016). « Individuer Simondon. De la redécouverte aux prolongements ». *Appareil*. [En ligne, https://appareil.revues.org/2205].

Barthélémy, J.-H. (dir.) (2009-2015). *Cahiers Simondon*, nº 1(6), Paris, L'Harmattan.

Barthélémy, J.-H. (2014). *Simondon*. Paris, Les Belles Lettres.

Barthélémy, J.-H. (2008). *Simondon et l'encyclopédisme génétique*. Paris, Presses universitaires de France.

Bertalanffy, L. (von) (1976 [1968]). *General System Theory: Foundations, Development, Applications*. New York, Braziller. Trad. française, 1973, Paris, Dunod.

Debaise, D. (2005). « Qu'est-ce qu'une pensée relationnelle ? » *Multitudes*, 5 mai. [En ligne, http://www.cairn.info/revue-multitudes-2004-4-page-15.htm].

Delacroix, E. (2009 [1843/1849]). « Notes sur les lignes [...] ». E. Delacroix, *Journal*. Nouvelle édition intégrale établie par M. Hannoosh. Paris, José Corti, 2 tomes.

Deleuze, G. (1990 [1969]). *The Logic of Sense*. Trad. du français M. Lester, C. Stivale. New York, Columbia University Press. Édition originale, *Logique du sens*, Paris, Minuit.

Edwards, P. N. (2003). « Infrastructure and Modernity: Force, Time, and Social Organization in the History of Sociotechnical Systems ». T. J. Misa, P. Brey et A. Feenberg (dir.), *Modernity and Technology*. Cambridge MA, The MIT Press.

Guchet, X. (2010). *Pour un humanisme technologique : culture, technique et société dans la philosophie de Gilbert Simondon*. Paris, Presses universitaires de France.

Hacking, I. (2000). *The Social Construction of What?* Cambridge MA, Harvard University Press.

Harwood, J. (2011). *The interface: IBM and the Transformation of Corporate design, 1945/1976*. Minneapolis MN, University of Minnesota Press.

Heidegger, M. (1971). *Poetry, Language, Thought*. New York, Harper.

Heidegger, M. (2001 [1977]). *The Question Concerning Technology and other Essays*. Trad. William Lovitt. New York, Harper.

Hughues, E. (2012 [1960]). *Electrical and Electronic Technology*. Prentice Hall UK, Pearson.

Lafitte, J. (1972 [1932]). *Réflexions sur la science des machines*. Paris, Vrin.

Latour, B. (1999). *Pandora's Hope: Essays on the Reality of Science Studies*. Cambridge MA, Harvard University Press.

Latour, B. (1987). *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers through Society*. Cambridge MA, Harvard University Press.

Michalet, J. et Alloa, E. (2013). « Transductive ou intensive ? Penser la différence entre Simondon et Deleuze ». *La Part de l'œil*, nº 26.

Mitchell, R. (2016). « Review of *Du mode d'existence des objets techniques* ». *Forty-Five*, février. [En ligne, http://forty-five.com/papers/132].

Mitchell, R. (2012). « Simondon, Bioart and the Milieu of Biotechnology ». *Inflexions 5*, « Simondon: Milieu, Techniques, Aesthetics », mars, pp. 68-110. [En ligne, http://www.inflexions.org].

Petit, V. (2009). « L'individuation du vivant. Sur une intuition simondonienne restée ignorée ». J.-H. Barthélémy (dir.), *Cahiers Simondon*, n° 1, Paris, L'Harmattan.

Salanskis, J.-M. (2011). *Le monde du computationnel*. Paris, Les Belles Lettres.

Salanskis, J.-M. (2009). *Heidegger, le mal et la science*. Paris, Klincksieck.

Sauvagnargues, A. (2009). *Deleuze. L'Empirisme transcendantal*. Paris, Presses universitaires de France.

Schuldenfrei, E. (2015). *The Films of Charles and Ray Eames: a universal Sense of Expectation*. Londres, New York, Routledge.

Shannon, C. E. (1948). « A Mathematical Theory of Communication ». *Bell System Technical Journal*, 27, pp. 379-423 et pp. 623-656, juillet-octobre.

Shannon, C. E. et Weaver, W. (1998 [1949]). *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana IL, University of Illinois Press.

Simondon, G. (2005). *L'invention dans les techniques : cours et conférences*. Paris, Seuil.

Simondon, G. (1968). « Entretien sur la mécanologie », avec J. Le Moyne, 3 bobines, Office du film du Québec, Montréal. [En ligne, https://www.youtube.com/watch?v=VLkjI8U5PoQ].

Simondon, G. (1964). *L'Individu et sa genèse physico biologique*. Paris, Presses universitaires de France.

Simondon, G. (2013 [2005]). *L'individuation à la lumière des notions de forme et d'information*. Grenoble, Jérôme Millon. Édition originale [Thèse de doctorat], 1958.

Simondon, G. (2012 [1958b]). *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris, Aubier.

Simondon, G. (2013, 2005 [1958a]). [Conférence « Forme, information, potentiels », 1958]. *L'individuation à la lumière des notions de forme et d'information*. Grenoble, Jérôme Millon, pp. 531-551.

Stiegler, B. (2015 [2004]). *Symbolic Misery*, vol. 2 : *The Catastrophe of the Sensible*. Cambridge UK, Polity Press. Trad. *De la misère symbolique*, t. 2, *La Catastrophe du sensible.*

Teyssot, G. (2016). « Key Points: Between Figure and Ground », *Forty-Five*. Trad. A. Champagne, photos et dessins B. Rougier, révision R. Mitchell (Duke), revue en ligne, D. L. Hays et J. Solomon (éds), *Forty five*, février. [En ligne, http://forty-five.com/papers/132].

Teyssot, G. (2014). « On that word, Nature ». *The Avery Review* 1, Columbia University, Graduate School of Architecture, Planning, and Preservation, New York, septembre. [En ligne, http://www.averyreview.com/issues/1/on-thatword-nature].

Trawny, P. (2015). *Heidegger and the Myth of a Jewish World Conspiracy*. Trad. A. J. Mitchell. Chicago, University of Chicago Press.

Triclot, M. (2008). *Le moment cybernétique : la constitution de la notion d'information*. Seyssel, Champ Vallon.

Valéry, P. (1960 [1931]). « L'Idée fixe ». P. Valéry, *Œuvres*, II. Paris, Gallimard (La Pléiade).

Wiener, N. (1954). *The Human Use of Human Beings: Cybernetics and Society* (2e éd.). Garden City NY, Doubleday.

Wiener, N. (1961 [1948]). *Cybernetics: Or, Control and Communication in the Animal and the Machine* (2e éd.). New York, The MIT Press.

#08

LA CONCEPTION ARCHITECTURALE À L'HEURE DU *LIKE*

Éric Le Coguiec

La conception architecturale est de plus en plus pensée comme une activité complexe et plus ouverte. Jusqu'à présent, les recherches ont surtout porté sur la compréhension de l'activité mentale du concepteur et le rôle des références architecturales ou non architecturales dans le processus de conception. Dans un contexte d'apprentissage, la plupart des références, généralement de nature architecturale, sont fournies par l'enseignant qui évalue leur pertinence. Bon nombre d'environnements informatiques d'aide à la conception architecturale sont développés en privilégiant les références architecturales qui détiennent une valeur exemplaire. À une époque de transformations rapides et à grande échelle des technologies de l'information et de la communication (TIC) associées aux mutations politiques et économiques qui affectent les dimensions sociale et éducative, ce texte étudie comment les médias sociaux – Pinterest, Instagram, Facebook – reconfigurent le travail de conception, bouleversent la connaissance référentielle et interrogent l'enseignement de la conception architecturale.

ÉRIC LE COGUIEC

Éric Le Coguiec est architecte et docteur en architecture. Il a enseigné à l'École de design (Université du Québec à Montréal) et à l'Azrieli School of Architecture and Urbanism (Carleton University d'Ottawa). Il est maintenant professeur à la Faculté d'architecture de l'Université de Liège (ULiège).

Il mène des recherches à partir d'un double axe méthodologique. Il développe une approche critique des méthodes de conception architecturale et des méthodes de recherche dans les disciplines du projet.

La conception architecturale est de plus en plus pensée comme une activité complexe et plus ouverte (Chupin, 1998 ; Claeys, 2013 ; Schön, 1994). Jusqu'à présent, les recherches ont surtout porté sur la compréhension de l'activité cognitive du concepteur, privilégiant ainsi les champs de la systémique, de la psychologie cognitive, de l'intelligence artificielle, de la cybernétique, notamment. Le rôle de la mémoire dans l'activité de conception a notamment été souligné (Darke, 1979 ; Gero, 1999 ; Heylighen, 2000 ; Oxman, 1993 ; Schank, 1992 ; Segers, 2001) et a donné naissance à différents dispositifs pédagogiques invitant les étudiants à concevoir à l'aide de références architecturales ou non architecturales. Bien entendu, outre cette connaissance référentielle façonnée par l'institution universitaire, l'étudiant qui interagit avec une situation de conception a également recours à son bagage référentiel variable en fonction du capital culturel dont il dispose.

Dans une époque de transformations rapides et à grande échelle des technologies de l'information et de la communication (TIC) associées aux mutations politiques et économiques qui affectent les dimensions sociale et éducative et, plus largement, notre rapport à l'espace et au temps, il y a lieu de se demander comment ces changements modifient le type de connaissances référentielles de l'étudiant et ses modalités de construction.

L'amorce de cette réflexion est issue d'échanges informels menés auprès d'étudiants en architecture rencontrés lors de mes déplacements dans différentes écoles universitaires d'architecture au Canada, en France et au Japon. Des recherches plus conséquentes seront entreprises prochainement afin de les approfondir.

Il ressort des échanges avec les étudiants que leur mode principal d'acquisition des références en architecture s'élabore en naviguant sur Internet et,

plus précisément, sur les médias sociaux : Facebook, Pinterest, Instagram, etc. Ainsi, au contexte commun de réception du contenu référentiel filtré et structuré jusqu'alors par les grandes institutions comme l'université et les médias traditionnels succède une fragmentation du contexte de réception des références caractérisée notamment par le développement des technologies médiatiques, entre autres Internet et les médias sociaux.

En ce qui a trait au contenu référentiel des étudiants, et ce, malgré leur origine diverse, les réalisations architecturales qui constituent leur répertoire présentent les mêmes propriétés : forte signature visuelle et forte médiatisation. Le High Line de Diller Scofidio + Renfro, le Rolex Learning Center de Sanaa, le complexe résidentiel The Mountain signé Big, la Casa da Música de Koohlaas, la Maison du tourisme de Asakusa de Kum et de nombreuses autres réalisations signées constituent, aux yeux des étudiants, des *master buildings* et exercent sur eux une fascination. L'usage des références architecturales qui détiennent une valeur exemplaire n'est pas en soi un phénomène nouveau. Il constitue l'un des modes d'enseignement depuis longtemps utilisés (Akin, 2002 ; Iordanova, 2008 ; Oxman, 1994) même si de plus en plus de dispositifs pédagogiques encouragent le recours à des références architecturales extérieures au domaine architectural (Arrouf *et al.*, 2006 ; Boudon, 1994 ; Goldschmidt, 1994 ; Le Coguiec, 2013 ; Léglise, 2001 ; Scaletsky, 2003). Or, il revenait jusqu'il y a peu au corps professoral de structurer le contenu référentiel et moins aux plateformes numériques.

Ces quelques échanges ont permis d'identifier l'importance de mieux comprendre les relations entre les nouvelles technologies de l'information et de communication, les architectures iconiques, le capitalisme mondialisé et la construction du capital référentiel. Ces discussions révèlent l'importance d'élargir les domaines de recherche portant sur l'activité de conception jusqu'à maintenant menée à la lumière des sciences de la cognition.

Dans un système capitaliste mondial, les villes, en concurrence les unes avec les autres, motivées par le succès – relatif et certes contesté – du projet urbain de Bilbao et de son Musée Guggenheim dessiné par Gehry, tablent sur une architecture iconique pour se tailler une place sur l'échiquier international. Certes, l'architecture depuis des lustres est une traduction physique du pouvoir et, comme le souligne avec justesse Ardenne, « Le pouvoir depuis toujours s'esthétise, cherche des effets d'image, et réquisitionne pour ce faire l'architecte, entre autres façonniers du symbolique » (2004, p. 156).

Ce n'est donc pas l'instrumentalisation de l'architecture qui mérite d'être soulignée, mais les nouvelles formes de pouvoir qui s'exercent sur l'architecture. La transformation des modèles de gouvernance urbaine depuis les années 1970, plus favorables à l'implication du secteur privé, conjuguée à la mondialisation et à la compétition territoriale a favorisé la mise en place de stratégies urbaines fondées sur la réalisation de totems architecturaux. De Bilbao à Paris ou Séoul, où l'on vient d'inaugurer une énième promenade plantée (signée MVRDV), l'architecture iconique représente un label territorial indispensable pour transmettre ou redéfinir une identité visuelle forte à l'échelle internationale dans le but d'attirer les investissements et les talents dans les villes en concurrence (Fainstein, 1994 ; Florida, 2002 ; Gospodini, 2002 ; Kaika, 2010 ; Sklair, 2001, 2005). L'architecture iconique désigne pour les marketeurs territoriaux un instrument de développement économique et de renouveau urbain (Klingmann, 2007 ; Sudjic, 2005) qui influence considérablement les étudiants en architecture.

Pensée comme un logo qui crée de la valeur ajoutée, l'architecture, elle-même inscrite dans un dispositif de communication, a besoin de l'attention des médias pour rayonner à l'échelle mondiale. La photographie d'architecture, loin d'être anecdotique, participe de ces méthodes de communication. D'autres stratégies visuelles peuvent également être mises en place. Prenons, par exemple, le concours mené pour l'agrandissement du Royal Ontario Museum (ROM) à Toronto. À une étape du processus de sélection, chaque candidat devait soumettre, dans les délais et selon les exigences du musée, un carnet de croquis explicitant son projet pour le ROM. Au lieu de suivre les consignes, Libeskind, qui a remporté le concours, a présenté au jury ses croquis sur des serviettes en papier du restaurant du musée. Cet écart de conduite, loin d'être perçu comme un acte subversif par l'institution, a au contraire été salué à tel point que les croquis ont été imprimés sur les serviettes du restaurant (Ben Jemia, 2013). Derrière cette apparente irrévérence se manifestent les signes d'une stratégie de communication valorisée par l'institution muséale qui, par la même occasion, assure le processus d'artification de l'objet architectural. Parmi les autres méthodes, il faut noter l'importance que revêtent de plus en plus les écrits des architectes. lls sont ponctués de références philosophiques, alors que les problématiques de projets se réfèrent aussi, de façon implicite ou explicite, au domaine de l'art (on pense, par exemple, à l'influence de la philosophie deleuzienne sur bon nombre d'architectes, dont Thom Mayne (1991). Plus récemment, pour justifier une esthétique décomplexée et sans qualité qui

n'oppose plus logiques artistique et économique et qui accepte, voire même célèbre, un régime urbain fragmenté, Koolhaas pour Exodus fait allusion aux propos de Wahrol : *j'aime les choses ennuyeuses* (Warhol & Packett, 2006). En phase avec la société de consommation qu'il reflétait, Warhol participait et dénonçait en même temps la société marchande (Fongond & Lesourd, 2009). Reste à savoir si la critique warholienne décontextualisée et transposée en architecture peut encore être efficiente de nos jours dans un monde où la critique est de plus en plus esthétisée et célébrée, y compris par les responsables urbains. Sans rejeter le rôle critique que peut jouer l'architecture, bien des discours en apparence critiques se ploient et participent désormais aux impératifs des structures entrepreneuriales de gouvernance et largement de la société marchande (Heath &Potter, 2006).

De plus en plus de voix s'élèvent contre ce modèle qui présente depuis quelque temps des signes d'essoufflement (Appert, 2008 ; Ardenne, 2004 ; Bailoni, 2014 ; Ethier, 2013). Au plan urbain, plusieurs notent que ces architectures exubérantes dialoguent difficilement avec l'existant (Curtis, 2008 ; Wachter, 2009 ; Werner, 2006). De plus, en généralisant le modèle d'une architecture singulière, on en vient à la neutraliser au point de produire une nouvelle forme d'homogénéité urbaine sans réelle originalité. Au plan social, les résistances à l'égard de ces réalisations iconiques se multiplient. On reproche notamment à ces objets de s'adresser principalement aux membres clés de la classe capitaliste transnationale (CCT) délaissant ainsi la population locale (Davis, 2012 ; Sklair, 2001, 2005). Structurées par les flux des capitaux, les formes des bâtiments tendent à ignorer les usages et les aspirations des agents sociaux. Sur le plan de l'enseignement, en cherchant à concevoir des projets distincts qui expriment le désir de transformer le territoire, force est de constater que les étudiants réalisent à leur tour des projets qui se ressemblent de plus en plus. Les réalisations hors normes, signées par des « archistars », constituent leurs références qui, au lieu d'être interprétées et discutées, sont trop souvent appliquées peu importe le contexte. Sans toujours s'en rendre compte, les étudiants reproduisent dans leur projet la même grammaire formelle des bâtiments spectacles et mettent en scène ce qui relève d'un expressionnisme individualiste. Mais ce n'est pas tant de voir émerger un académisme qui perturbe – quoique –, moins imputable ici à un registre formel qu'à une formule, que d'assister à la célébration d'un modèle unique et à la glorification d'une architecture d'image et autosuffisante. L'objectif n'est évidemment pas de mettre les bâtiments iconiques à l'index. Un certain nombre

de ces architectures présentent un caractère d'exception et certaines constituent des références incontournables. Le problème réside davantage dans le fait que ces bâtiments iconiques représentent les références dominantes, plongeant ainsi dans l'ombre des références tout aussi pertinentes même si moins extravagantes.

La médiatisation de l'architecture a également pris une nouvelle tournure avec l'apparition d'algorithmes qui visent à prédire ce que désire l'internaute en fonction des traces qu'il a laissées dans le passé (Cardon, 2015). Plus je *like* des bâtiments iconiques et plus les algorithmes vont m'orienter vers des bâtiments iconiques. Pour ce faire, des millions de données sont collectées à travers les usages de l'internaute afin de construire son profil numérique. Une fois collectées, ces données sont compilées et comparées aux milliers d'autres données récoltées chez d'autres internautes. Les algorithmes prédictifs devinent ce qui intéresse l'internaute et sélectionnent les sites qu'il préfère. Dans pareille situation, la construction de références architecturales s'élabore sans que l'internaute ait nécessairement conscience qu'il a été profilé et ciblé. Les calculs de corrélation et les prédictions finissent par choisir et décider à sa place les références architecturales qui correspondent à son profil. À force de toujours tomber sur des références d'architecture qui lui conviennent, l'internaute crée sans s'en rendre compte un double numérique, un *Doppelgänger*, qui lui ressemble et qui partage les mêmes intérêts (Harcourt, 2015).

On aurait tort de minorer le rôle les réseaux sociaux dans leur capacité à façonner l'architecture et à fabriquer le bagage référentiel des architectes. D'ailleurs, pourquoi les réseaux sociaux ne constitueraient-ils pas des objets qui participent à leur manière à l'action ? Pourquoi un tableau Pinterest ou une photographie Instagram n'auraient-ils une capacité à influencer le travail de conception ? Certes, ces plateformes ne sont pas des répertoires de références, du moins explicitement. Comparer la plateforme Pinterest au *Recueil et parallèle des édifices de tout genre, anciens et modernes, remarquables par leur beauté ou par leur grandeur ou par leur singularité et dessinés sur une même échelle* publié en 1801 par Durand est plutôt hasardeux, mais ces deux entités ont en commun de rassembler des références architecturales, de déployer une culture visuelle, voire de nouveaux canons esthétiques. Dans les deux cas, les bâtiments sont isolés de leur contexte, des lieux, donnant l'impression d'être autosuffisants.

Si, en apparence, ces plateformes élargissent les connaissances architecturales, les algorithmes peuvent aussi nuire à toute pensée contre-intuitive pourtant essentielle dans toute situation de conception. En *likant* tel ou tel bâtiment, l'internaute exalte la liberté du choix à travers ses seuls désirs, mais cette liberté est plutôt relative. Non seulement il s'enferme dans une « bulle filtrante » (Pariser, 2011) qui l'isole de la différence et de laquelle il est difficile de sortir, mais surtout il se rend transparent aux entreprises du numérique qui acquièrent une forme de pouvoir politique basé sur ce que Harcourt appelle « *The Expository Society* » (Harcourt, 2015).

Les risques d'un processus d'homogénéisation sont également repérables dans la « culture visuelle Instagram » dominée par des perspectives plates, un design moderniste, des espaces vides, une couleur ou une texture dominante, des gros plans (Manovich, 2016). Ce langage visuel dominé par le principe de la réduction, explique Manovich, serait largement influencé par les caractéristiques techniques de la plateforme : filtres, teinte, format de la photo, etc.

L'influence des objets numériques sur la conception architecturale n'est pas si nouvelle en soi. La production architecturale a fortement réagi au recours des logiciels de type CAO comme Autocad. Dans les années 1990, plusieurs chercheurs s'élevaient contre l'usage de ces outils informatiques durant les phases préliminaires de conception. Parmi ceux-ci, Léglise (1998) note que les logiciels commerciaux de type dessin assisté par ordinateur (DAO) et conception assistée par ordinateur (CAO), malgré leur appellation, sont destinés à instrumenter le projet et non à accompagner les architectes dans les travaux de conception. Surtout, il écrit que « les logiciels de CAO contiennent donc une théorie implicite de la conception, jamais d'ailleurs explicitée » (1998, p. 139). Depuis, nombreux sont ceux qui ont pointé les limites de ces outils peu enclins à multiplier le nombre de propositions de conception (Robertson & Radcliffe, 2009 ; Hewett, 2005). Pourtant, dans le monde professionnel comme dans les facultés d'architecture, la CAO est encore utilisée durant les premières phases de conception plutôt que comme une stratégie de résolution de problèmes.

Outre l'influence des objets numériques sur la conception architecturale, il ne faudrait pas passer sous silence l'influence des objets matériels. Que l'on songe par exemple aux matériaux utilisés pour réaliser des maquettes d'étude. Si, à première vue, l'utilisation du carton mousse (plume) de

couleur blanche peut sembler anodine, les propriétés du carton – rigidité, couleur homogène, etc. – ne tendent-elles pas à influencer un langage architectural ? Yaneva, qui a étudié un projet en train de se faire, l'extension du Whitney Museum à New York, s'est intéressée aux blocs de mousse bleue utilisés par Koolhaas (Chabart, 2011). Celle-ci explique en effet que le matériau permet à Koolhaas de représenter facilement les rapports plein/vide et d'effectuer une transformation manuelle très rapide.

Pour montrer l'influence des objets sur l'architecture produite, on pourrait encore se baser sur les travaux de Cohen (2011) qui explique combien les innovations matérielles et technologiques déployées pendant la Deuxième Guerre mondiale ont accéléré l'histoire et transformé le langage architectural. L'invention de la climatisation, l'éclairage fluorescent, les colles phénoliques, etc., ont révolutionné les pratiques, explique-t-il. La colle, par exemple, a permis de créer des assemblages de lamelles de bois collées l'une au-dessus de l'autre, utilisées pour construire des poutres de grande portée nécessaires pour construire des usines de grande échelle. Ce sont ces usines qui donneront naissance après la guerre aux gigantesques boîtes adaptables à tous les usages (Cohen, 2011).

L'examen des choses matérielles ordinaires, banales comme la colle phénolique, la mousse bleue, ou des objets impalpables comme le logiciel Autocad ou les plateformes Pinterest ou Instagram mériterait d'être davantage intégré aux réflexions qui portent sur la conception architecturale et son enseignement. Dans le même esprit, cette fois en adoptant un regard méta, il importerait d'expliciter davantage les liens entre un capitalisme mondialisé, la production d'une architecture iconique et ces nouveaux médias. Dans un « complexe économico-esthétique » (Lipovetsky & Serroy, 2013), cette attention devrait être redoublée, puisqu'après tout, les facultés d'architecture, comme les villes, n'échappent à ce contexte, elles connaissent une concurrence internationale et développent des politiques de marque pour affirmer leur singularité et cherchent elles aussi à accroître leur prestige et leur visibilité sur les scènes nationale et internationale (Granget, 2009). La compréhension de l'activité de conception et du rôle des références devrait s'accompagner d'une attention aux relations entre les objets, que ceux-ci soient matériels ou numériques, de petite ou de grande échelle, de la mousse bleue aux clichés Instagram et aux politiques urbaines – et de leurs instruments – toujours plus centrées sur le soutien aux acteurs de marché.

Cet exercice de description des outils, des matériaux, des modes de faire est une invitation à relier politique et conception architecturale, afin de quitter une vision hors sol de la conception architecturale et de la relier au monde matériel. Puisque ce monde est partie liée à l'anthropocène, il importe de penser la conception architecturale et son enseignement en tenant compte de cette séquence temporelle à la fois géologique et historique.

RÉFÉRENCES

Akin, Ö. (2002). « Case-based instruction strategies in architecture ». *Design Studies*, 23(4), pp. 407-431.

Appert, M. (2017). « Ville globale versus ville patrimoniale ? Des tensions entre libéralisation de la skyline de Londres et préservation des vues historiques ». *Revue géographique de l'Est*. [En ligne, https://rge.revues.org/1154#quotation (consulté le 28 août 2017].

Ardenne, P. (2004). *Codex : Rudy Ricciotti*. Paris, Ante Prima, Bâle, Birkhäuser.

Arrouf, A. et Bensaci, Abdelkader (2006). « Modélisation du processus de conception : étude expérimentale du système compositionnel, instance conception ». *Courrier du Savoir*, (7), pp. 59-65.

Bailoni, M. (2014). « La reconversion des territoires industriels par la culture dans les villes britanniques : un modèle en crise ? » *Belgeo*, (1).

Ben Jemia, I. (2013). *L'identité en projets : ville, architecture et patrimoine. Analyse de concours à Québec et à Toronto* [Thèse de doctorat inédite, Université de Montréal].

Boudon, P. (2004). *Enseigner la conception architecturale*. Paris, La Villette.

Bourdieu, P. (1992). *Les règles de l'art*. Paris, Seuil.

Cardon, D. (2015). *À quoi rêvent les algorithmes : nos vies à l'heure des big data*. Paris, Seuil (La République des idées).

Chabard, P. (2011). « L'architecture en action : entretien avec Albena Yaneva ». *Criticat*, nº 7, pp. 71-83.

Claeys, D. (2013). *Architecture et complexité : un modèle systémique du processus de (co)conception qui vise l'architecture* [Thèse de doctorat, Université catholique de Louvain]. Louvain-la-Neuve, Presses universitaires de Louvain.

Cohen, J.-L. (2001). « L'architecture saisie par les médias ». *Les cahiers de médiologie*, 11(1), pp. 310-317.

Cohen, J.-L. (2011). *Architecture en uniforme : projeter et construire pour la Seconde Guerre mondiale*. Paris, Hazan.

Curtis, W. Jr (2008). « Les excès du star-system : le projet triangle de Herzog & de Meuron ». [En ligne, https://www.lemoniteur.fr/article/les-exces-du-star-system-le-projet-trianglede-herzog.1280564].

Darke, J. (1984 [1979]). « The Primary Generator and the Design Process ». Nigel Cros (éd.), *Developments in Design Methodology*. Chichester, John Wiley & Sons, pp. 175-188.

Ethier, G. (2015). *Architecture iconique. Les leçons de Toronto*. Québec, Presses de l'Université du Québec.

Fainstein, S. (1994). *The City builders: Property, politics and planning in London and New York*, Oxford, Blackwell.

Florida, R. (2002). *The Rise of the Creative Class: And How It's Transforming Work, Leisure, Community and Everyday Life*. New York, Basic Books.

Fongond, M. et Lesourd, S. (2009). « Warhol, une esthétique "consumatoire" ou l'art comme modernité ». *Cliniques méditerranéennes*, 80(2), pp. 165-175.

Gero, J. S. (1999). « Constructive Memory ». G. Goldschmidt et W. Porter (éds), *Design Thinking Research Symposium: Design Representation*. Cambridge MA, The MIT Press, pp. 29-35.

Goldschmidt, G. (1994). « On Visual Design Thinking: The Vis Kids of Architecture ». *Design Studies*, 15(2), pp. 158-174.

Gospodini, A. (2006). « Portraying, classifying and understanding the emerging landscapes in the post-industrial city ». *Cities*, 23(5), pp. 311-330.

Granget, L. (2009). « Les universités en quête de prestige dans le grand jeu de la concurrence : le rôle de la communication marketing et l'impact des palmarès ». *Communication et organisation*, (35), pp. 148-157.

Harcourt, B. (2015). *Exposed: Desire and Disobedience in the Digital Age*. Cambridge MA, Harvard University Press.

Heath, J. et Potter, A. (2006). *The rebel sell*. Chichester, Capstone.

Hewett, T. (2005). « Informing the design of computer-based environments to support creativity ». *International Journal of Human-Computer Studies*, 63(4-5), pp. 383-409.

Heyligen, A. (2000). *In Case of Architectural Design: Critique and Praise of Case. Based Design in Architecture* [Thèse de doctorat, Katholieke Universiteit Leuven].

Iordanova, I. (2010). *Assistance de l'enseignement de la conception architecturale par la modélisation de savoir-faire des référents*. Ottawa, Library and Archives Canada, Bibliothèque et Archives Canada.

Kaikia, M. (2010). « Architecture and crisis: re-inventing the icon, re-imag(in)ing London and re-branding the City ». *Transactions of the Institute of British Geographers*, 35(4), pp. 453-474.

Klein, R. (1970). *La Forme et l'intelligible. Écrits sur la Renaissance et l'Art moderne*. Paris, Gallimard (Tel).

Klingmann, A. (2010). *Brandscapes*. Cambridge MA, The MIT Press.

Le Coguiec, E. (2013). *Pour une compréhension de la conception architecturale étude réflexive de la conception du projet* mn.12 *et de ses références* [Thèse de doctorat inédite, Université du Québec à Montréal].

Léglise, M. (1998). « Ordinateurs dans l'apprentissage de la conception : mental et instrumental ». *Computerised Craftsmanship* [Actes du colloque eCAADe, Paris, 24-26 septembre], pp. 138-145.

Léglise, M. (2001). « Computer-Stimulated Design: Construction of a Persona! Repertoire from Scattered Fragments ». *Automation in Construction*, 10(5), pp. 577-588.

Lipovetsky, G. et Serroy, J. (2013). *L'esthétisation du monde : vivre à l'âge du capitalisme artiste*. Paris, Gallimard.

Manovich, L. (2016). *Instagram and Contemporary Image*. [En ligne, http://manovich.net/index.php/projects/instagram-and-contemporary-image].

Mayne, T. (1991). « Connetecd Isolation ». P. Noever (éd.), *Architecture in Transition*. Munich, Prestel, pp. 72-89.

Oxman, R. et R. (1993). « Remembrance of thinks past, design precedents in libraries ». *Automation in Construction 2*, Elsevier Science Publishers, pp. 55-68.

Pariser, E. (2011). *The Filter Bubble: What the Internet is Hiding from You*. Londres, Penguin, New York, Routledge.

Robertson, B. F. et Radcliffe, D. F. (2009). « Impact of CAD tools on creative problem solving in engineering design ». *Computer-Aided Design*, 41(3), pp. 136-146.

Scaletsky, C. (2003). *Rôles des références dans la conception initiale en architecture : contribution au développement d'un Système ouvert de références au projet d'architecture : le système « Kaleidoscope »* [Thèse de doctorat inédite, Institut national polytechnique de Lorraine, France].

Schank R. C. (1982). *Dynamic memory: A theory of reminding and learning in computers and people*. Cambridgeshire, Cambridge University Press.

Schön, Donald A. (1994). *Le praticien réflexif : à la recherche du savoir caché dans l'agir professionnel*. Montréal, Logiques.

Segers, N. *et al.* (2001). « Towards computer-aided support of associative reasoning in the early phase of architectural design » [Actes du 6e colloque Computer-Aided Architectural Design Research in Asia, Sydney]. Sydney, University of Sydney, pp. 359-368.

Sklair, L. (2001). *The transnational capitalist cIass*. Oxford, Blackwell.

Sklair, L. (2005). « The Transnational Capitalist Class and Contemporary Architecture in Globalizing Cities ». *International Journal of Urban and Regional Research*, 29(3), pp. 485-500.

Sudjic, D. (2005). *The edifice complex: how the rich and powerful shape the world*. New York, Penguin, Londres, Allen Lane.

Vincent-Lancrin, S. (2008). « L'enseignement supérieur transnational : un nouvel enjeu stratégique ? » *Critique internationale*, 39(2), pp. 67-86. doi:10.3917/crii.039.0067.

Wachter, S. (2009). « Promesses et impasses de l'architecture numérique ». *Flux*, 78(4), pp. 24-37. [En ligne, http://www.cairn.info/revue-flux1-2009-4-page-24.htm].

Warhol, A. et Hackett, P. (2006). *POPism: The Warhol Sixties*, Boston MA, Mariner Books.

Werner, F.R. (2006). « The new simplicity: a problem of representation of architecture and town planning ». A. Graafland et L. J. Kavanaugh (dir.), *Crossover architecture, urbanism, technology*, 010 Publishers.

#09

LA COMPLEXITÉ DANS LA PRATIQUE ARCHITECTURALE NUMÉRIQUE : LE CAS DES BUREAUX BELGES DE PETITE ET DE MOYENNE TAILLE

Adeline Stals, Sylvie Jancart, Catherine Elsen

Moyens de communication ou interfaces nouvelles pour la conception et l'innovation architecturale, les outils de conception numérique sont aujourd'hui à l'origine du développement de nouvelles morphologies, souvent plus complexes. Au-delà de ces morphologies dites non standard, ces outils en perpétuelle évolution impactent plus largement la complexité ressentie par les architectes dans leur activité professionnelle. Les architectes stars, entourés de leurs équipes de développeurs, ont pu s'équiper très tôt d'outils numériques correspondant à leurs besoins pour surmonter certaines lacunes technologiques auxquelles ils ont été confrontés dès l'émergence des premiers logiciels, initialement développés pour d'autres domaines. Les agences de plus petite envergure, aux moyens plus limités, n'ont pas eu cette possibilité. Dès lors, quelles sont les stratégies adoptées par les bureaux d'architecture de petites et moyennes tailles faisant face aux mêmes difficultés ? Cette contribution analyse comment les bureaux d'architecture belges se positionnent par rapport à la complexité croissante des outils numériques, à la fois en termes d'utilisation et d'interdisciplinarité.

ADELINE STALS

Adeline Stals a réalisé son doctorat à la Faculté d'architecture de l'Université de Liège. Elle est actuellement chercheuse postdoctorante au College of Environmental Design de l'Université de Californie à Berkeley. Ses recherches portent sur la mise en œuvre du numérique dans les bureaux d'architecture de petite taille et sur l'utilisation de la réalité virtuelle par les architectes professionnels et leurs clients, pour visualiser, mais aussi pour modéliser directement dans l'environnement immersif. Son doctorat se concentre sur les adaptations cognitives et organisationnelles liées à l'utilisation d'outils paramétriques. Adeline est également responsable de la communauté AEC au sein du projet européen XR4ALL.

SYLVIE JANCART

Sylvie Jancart, docteure en mathématiques, est chargée de cours à la Faculté d'architecture de l'Université de Liège. Elle y enseigne les cours de mathématiques, en bachelier, et d'architecture paramétrable, en master, ainsi que dans le cadre de la formation continue BIM pour les petites et moyennes structures. Responsable du LNA, laboratoire de culture numérique en architecture, sa recherche est basée sur l'intégration des mathématiques et de la géométrie comme outils au service du processus de conception architecturale dans un continuum conception-fabrication.

Trois axes de recherche se dégagent de ses publications. Le premier axe concerne la géométrie architecturale et la programmation visuelle ; le second axe s'oriente vers l'analyse, la compréhension et la description des processus numériques utilisés dans les PME. Le but principal de ses analyses est d'accompagner les PME dans la transition numérique en les assistant dans la mise en œuvre d'un continuum numérique des différents modèles utilisés ; le troisième axe est lié à l'enseignement du numérique et en particulier à l'apprentissage des technologies numériques, mêlant la modélisation paramétrique à la fabrication digitale et aux principes de construction.

CATHERINE ELSEN

Catherine Elsen, ingénieure architecte de formation, est chargée de cours à la Faculté des sciences appliquées de l'Université de Liège. Elle est docteure en Sciences de l'ingénieur depuis 2011, et a décroché un master en Sciences du travail et société en 2009 au CNAM (Paris) avant de réaliser des séjours postdoctoraux au MIT et à la KULeuven. Ses activités de recherche portent principalement sur les processus de conception (en architecture, ingénierie, développement urbain…), et plus spécifiquement sur l'impact qu'ont les outils, méthodes et technologies de la conception sur des processus cognitifs tels que l'intégration des besoins utilisateurs, la créativité ou encore les mécanismes participatifs.

INTRODUCTION

D'abord considérés comme simples substituts aux outils de dessin à main levée, les outils d'assistance à la conception numérique sont aujourd'hui utilisés comme moyen d'innover, notamment en termes de morphologie architecturale. Permettant le développement de nouvelles – et souvent plus complexes – morphologies, ces outils de conception sont également en partie responsables de la complexité croissante du processus de conception en tant que tel.

Depuis toujours, les architectes s'interrogent quant à l'usage des outils de conception, principalement en ce qui concerne leur pertinence et leur impact à différents stades du processus de conception. Les difficultés associées à la nouvelle génération d'outils de conception résultent essentiellement de la complexité globale de ces logiciels : leur maîtrise minimale est difficile à acquérir, leur logique sous-jacente est largement incomprise, leurs interfaces sont peu attractives. Les architectes ont donc, en contrepartie, commencé à développer des stratégies pour contourner ces difficultés et retrouver une cohérence tout au long de leur processus de travail.

Les « architectes stars », quant à eux, entourés de leurs équipes de développeurs, ont pu s'équiper très tôt d'outils numériques spécifiques pour surmonter certaines lacunes technologiques (Shelden, 2002). On pense par exemple au logiciel CATIA, adapté par Gehry Technologies aux spécificités du monde de la construction.

Mais quelles sont les stratégies adoptées par les petites et moyennes agences d'architecture ? Quels sont les étapes et mécanismes du processus de conception influencés par l'utilisation d'outils numériques ? Quels sont

les logiciels utilisés couramment, et comment les concepteurs s'adaptent-ils pour les maîtriser ? Comment ces PME traitent-elles les complexités inhérentes à ces logiciels commerciaux ?

Ces diverses questions trouvent réponse au travers des résultats d'une enquête menée auprès des architectes et ingénieurs-architectes professant en Belgique, pays parsemé de petits bureaux.

À la lumière de la littérature existante, nous constatons un manque de connaissances relatives aux pratiques architecturales actuelles dans les petites et moyennes agences. Une énergie considérable a été déployée pour comprendre et analyser les processus des grandes entreprises d'architecture, par exemple par Shelden avec l'équipe Gehry Partners (Shelden, 2002). L'intérêt de la recherche présentée ici tient plutôt à la compréhension fine des mécanismes d'intégration, d'adaptation et de gestion de la complexité générée par les outils numériques dans de plus petits bureaux d'architecture.

MÉTHODOLOGIE

Vu le nombre élevé de personnes concernées (environ 13 000 architectes ou ingénieurs-architectes inscrits aux différents Ordres des architectes belges), nous avons opté pour un sondage en ligne, structuré en trois sections. La première partie du questionnaire recueille les données démographiques des participants afin de contextualiser chaque profil et d'évaluer la représentativité de l'échantillon de répondants. Les dix questions formulées sont principalement liées au genre, à l'âge, à l'expérience, aux tâches courantes de l'architecte ainsi qu'à la taille de son agence. La deuxième, et la plus importante, section questionne quant à elle la culture numérique des concepteurs, les outils numériques qu'ils utilisent, leur sentiment à propos de ces outils numériques et à propos de leur impact sur le processus de conception architecturale. Ont également été formulées des questions spécifiques sur la complexité, telles qu'« Énumérez les 5 facteurs principaux qui, de votre point de vue, rendent votre pratique actuelle plus complexe » ou « Pensez-vous que les outils numériques rendent votre pratique actuelle

plus complexe ? » La section finale, quant à elle, aborde la conception et les outils paramétriques.

Une description de la phase de test et des critères d'exclusion des réponses à ce questionnaire a été publiée dans un article analysant de manière plus précise les bureaux implantés uniquement en Wallonie (Stals *et al.*, 2016).

DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

L'enquête a été adressée à tous les architectes et ingénieurs-architectes belges. L'analyse qui suit est consacrée plus spécifiquement aux résultats collectés en lien avec les outils numériques et la perception de leur complexité par les architectes. Cette exploration des données se concentre principalement sur des résultats quantitatifs qui délimitent les tendances générales ; ils sont soutenus par des données qualitatives qui permettent d'examiner de plus près certaines de ces tendances. Tout au long de l'article, les initiales « NA » représentent les personnes s'étant abstenu de répondre à la question.

Pour cette étude, plus de 700 réponses ont été recueillies et 572 réponses ont finalement été retenues et analysées après nettoyage des données (selon les critères d'exclusion, *cf.* Stals *et al.*, 2016). Cette sélection représente 4,1 % des architectes inscrits aux différents Ordres des architectes en Belgique. La proportion homme-femme observée est proche de celle recueillie par une enquête menée en 2014 par le Conseil des architectes d'Europe (73 % d'architectes masculins en 2013, Architects' Council of Europe, 2015). Dans notre cas, 72,9 % des enquêtes ont été complétées par des hommes et 26,8 % par des femmes (tandis que 2 personnes ont préféré ne pas répondre), ce qui indique que l'échantillon est suffisamment représentatif de la population des architectes européens. 49,3 % des participants ont moins de 40 ans, ce qui confirme également la relative jeunesse des designers, comme cela a déjà été observé par l'enquête de 2014. 32,9 % des répondants exercent leur profession principale depuis moins de 10 ans, 27,3 % l'exercent depuis 10 à 20 ans et 38,3 % depuis plus de 20 ans. En ce qui concerne leur fonction principale, 52,6 % des répondants sont des architectes indépendants isolés (c'est-à-dire travaillant en leur nom),

22 % sont des architectes indépendants travaillant pour un collaborateur, 5,5 % sont des employés, tandis que 3,9 % sont des ingénieurs-architectes et 2,6 % sont des enseignants (les autres participants se répartissent entre diverses autres professions de manière non significative). Tout au long de cet article, nous regroupons ce panel de participants sous le terme de « designers ». L'enquête de 2014 a en outre démontré que le nombre de bureaux de taille moyenne diminue continuellement en faveur de structures plus petites : à l'époque, déjà 74 % des bureaux européens comptaient seulement une personne (Architects' Council of Europe, 2015).

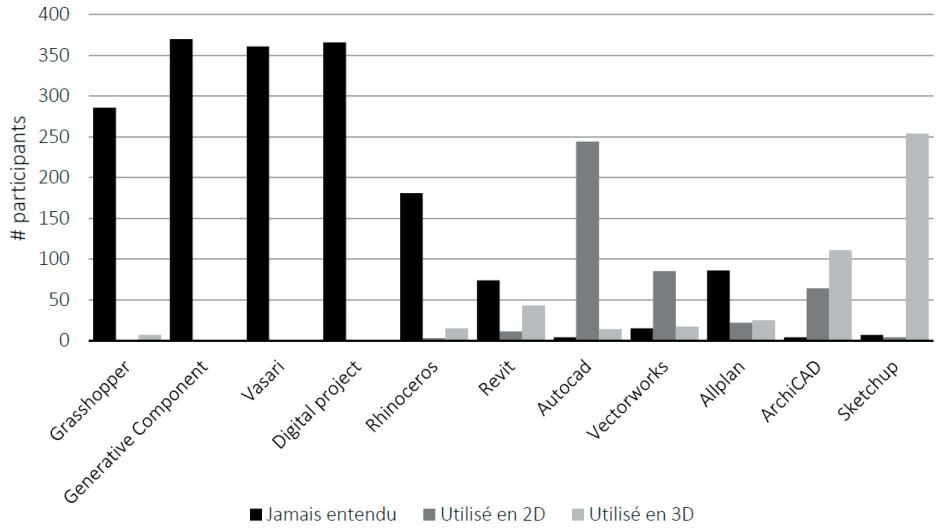
Le tableau 1 illustre donc la pertinence du cas belge, puisque 42,7 % des répondants travaillent effectivement dans une agence d'une ou deux personnes. En outre, près de 80 % des participants travaillent dans une structure accueillant moins de 10 personnes. Ces tendances confirment l'importance de comprendre en profondeur le travail quotidien des petits et moyens bureaux d'architecture, qui représentent donc la majeure partie du panorama professionnel belge.

Taille du bureau (nombre de personnes)	**1 à 2**	3 à 5	6 à 10	10 à 20	20 à 50	50 à 100	NA
Pourcentage	**42,7 %**	22,6 %	12,4 %	11,9 %	5,2 %	3,7 %	1,6 %

△ Figure 1. Distribution de la taille des bureaux en Belgique selon notre étude.

USAGE DES OUTILS NUMÉRIQUES EN BELGIQUE

Les premiers résultats révèlent que 76,9 % des participants utilisent des outils numériques pendant la phase de conception. La figure 1 montre en outre que les concepteurs utilisant des outils de conception destinés uniquement au dessin 2D choisissent principalement AutoCAD (56,2 %), suivi de Vectorworks (19,6 %) et d'ArchiCAD (14,8 %). ArchiCAD est également utilisé comme outil de modélisation 3D (22,8 %), mais Sketchup demeure la référence dans ce créneau en architecture, pour au moins 52,3 % des utilisateurs. À l'inverse, les logiciels paramétriques tels que Grasshopper,



△ Figure 1. Niveau de connaissance et usage des outils numériques en architecture.

Generative Component, Vasari ou Digital Project sont totalement ou largement ignorés par la population belge.

Par ailleurs, le sondage a offert aux participants la possibilité d'exprimer leurs appréciations quant aux aspects et fonctionnalités des logiciels qu'ils utilisent. Certains concepteurs affirment que « le projet peut être rapidement modélisé en 3D » grâce à des outils de conception numérique, en particulier grâce aux bibliothèques de données, et qu'il existe des moyens simples d'utiliser un seul logiciel pour créer simultanément en 2D et 3D. Un autre avantage des outils numériques est que « les changements sont plus faciles à réaliser sans coûts importants (temps, énergie) ». Le modèle 3D leur permet également de « vérifier l'impact des choix architecturaux » et de « l'intégration urbaine », tout en permettant une meilleure compréhension et visualisation du projet par le client et l'administration. Les logiciels permettent également des « échanges plus rapides » avec les partenaires, à l'extérieur et au sein du bureau (comme discuté plus loin). Alors que certains designers soulignent les avantages des outils intégrant notamment le BIM (Building Information Modeling), d'autres voient encore ces outils comme la simple « extension de leur table à dessin ».

Parmi les aspects négatifs les plus couramment signalés par les participants, le fait qu'il y ait « trop d'outils disponibles » est considéré comme un défi en termes de rythme de travail au quotidien. Les « prix élevés des logiciels », les « mises à jour trop fréquentes » qui nécessitent des « périodes d'ajustement contre-productives » et « l'achat de nouveaux équipements informatiques » sont par ailleurs fréquemment mentionnés. Certains argumentent le fait qu'ils consacrent « trop de temps à travailler », car les outils numériques poussent à « dessiner trop précisément dès l'esquisse ». Un autre critère souligné comme crucial est que « les formes complexes sont difficiles à représenter » (par exemple les courbes) et que « produire un élément non standard est complexe », poussant à « moins de créativité ».

COMPLEXITÉ ET USAGE DES OUTILS NUMÉRIQUES

Le fait qu'une large proportion de concepteurs utilisent des outils numériques (76,9 %) confirme tout d'abord que nos recherches répondent aux réalités quotidiennes actuelles des bureaux d'architecture belges. Soulignons également que l'utilisation des technologies numériques diminue à mesure que l'âge augmente : 17,8 % des concepteurs, âgés de 55 ans et plus, déclarent ne pas utiliser d'outils numériques, comparativement à 5,9 % de moins de 55 ans qui n'utilisent pas d'outils numériques.

83,6 % des répondants se disent satisfaits des outils numériques qu'ils utilisent et 56 % d'entre eux sont non seulement satisfaits, mais considèrent aussi que les outils numériques ne rendent pas leur travail plus complexe. À l'inverse, pour l'ensemble des concepteurs interrogés, 14,2 % sont insatisfaits, et 24,1 % estiment que les outils numériques ont rendu leur travail plus complexe en général (les autres répondants n'ont pas une opinion forte). Les outils numériques sont en effet listés parmi les six principaux facteurs qui rendent la pratique architecturale plus complexe de nos jours, en parallèle avec les formalités administratives, les réglementations (et plus particulièrement les prescriptions urbanistiques), la certification PEB, les techniques de construction évolutives et les demandes des clients.

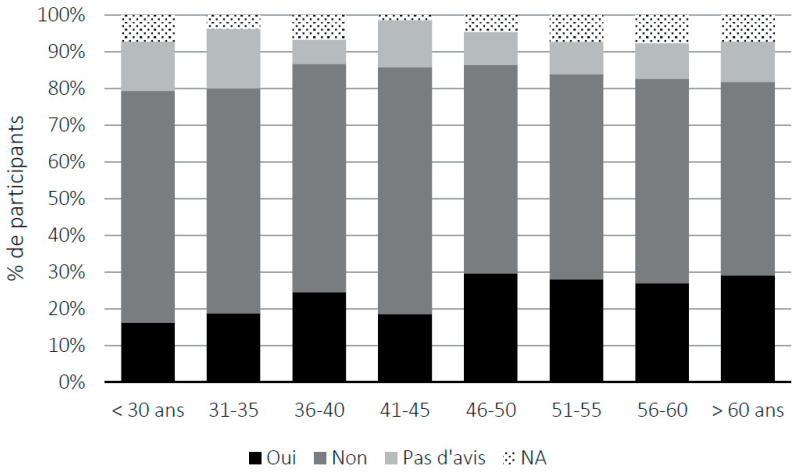
La figure 2 montre que la perception de la complexité en architecture augmente globalement avec l'âge. Un effet de génération est néanmoins

observé pour le groupe d'âge 41-45. 67,1 % d'entre eux trouvent en effet que les outils numériques ne rendent pas leur travail plus complexe, la principale raison étant que les outils numériques leur ont permis de gagner du temps en particulier grâce aux visualisations en 3D.

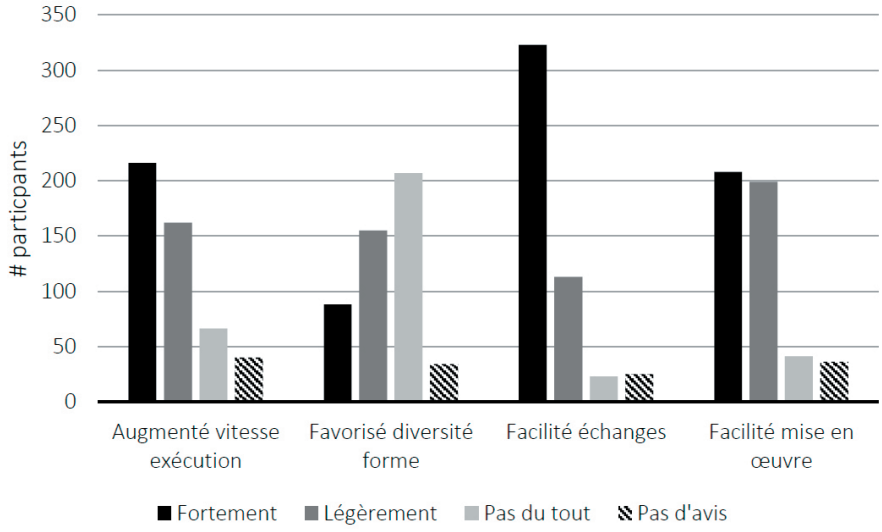
Au-delà de cette complexité notable, les outils numériques ont fortement accru la vitesse d'exécution des projets, facilité les échanges entre les intervenants ainsi que la mise en œuvre des projets (figure 3, 55 participants se sont abstenus). 73,5 % des participants considèrent ainsi la modélisation numérique comme enrichissante pour la conception d'un projet architectural.

La figure 4 reprend les facteurs et acteurs prédéfinis qui, selon les concepteurs belges, influencent la forme conçue. Les règles de planification et les exigences des clients sont considérées, de manière significative, comme des critères d'influence majeure. Le logiciel 3D est le 4e facteur le plus influent en matière de morphologie architecturale.

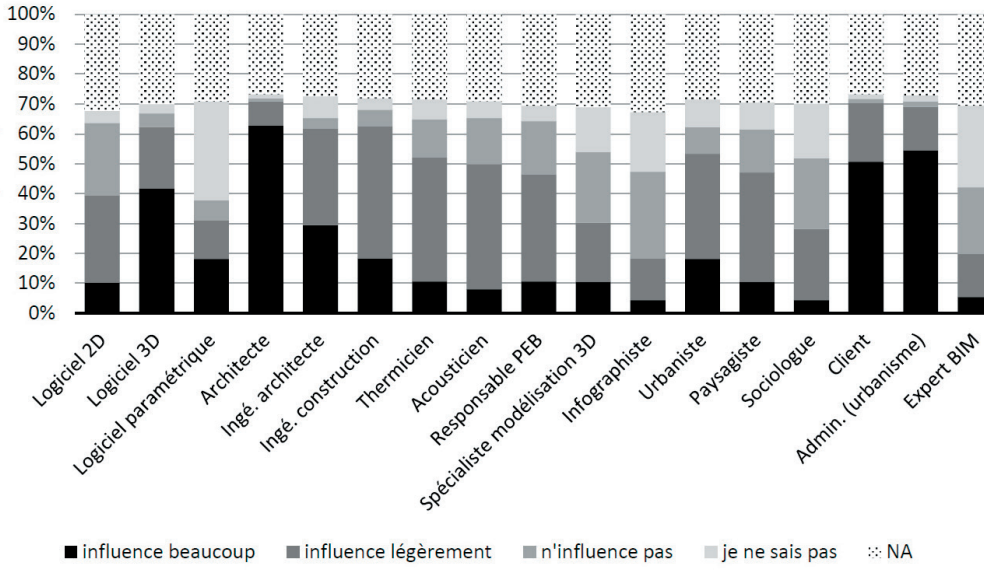
Il est intéressant d'observer les résultats sur l'influence du facteur numérique et la façon dont les outils numériques modifient le rôle des architectes. En effet, les concepteurs semblent divisés quant à l'impact de l'ère



△ Figure 2. Complexification du travail due aux outils numériques en fonction de l'âge des utilisateurs.



△ Figure 3. Influence des outils numériques sur différents paramètres prédéfinis de la conception architecturale.



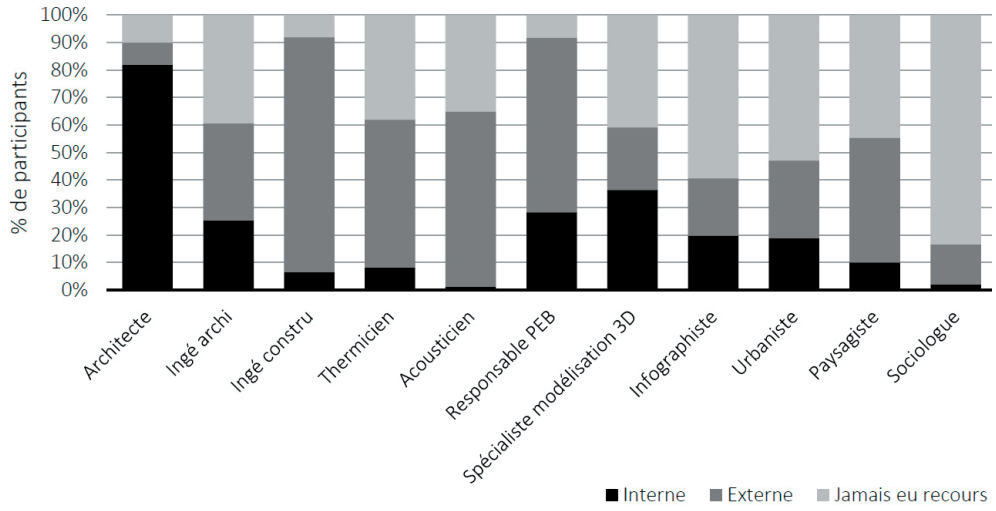
△ Figure 4. Facteurs et acteurs influençant la forme conçue et produite.

du numérique sur l'intention du concepteur. Ils sont, par contre, plutôt d'accord quant au fait que les outils numériques ont modifié leur contrôle sur la mise en œuvre du projet (61,4 %) sans pour autant améliorer le contrôle sur les coûts de construction.

COMPLEXITÉ DE L'INTERDISCIPLINARITÉ

Il est aujourd'hui largement admis que de plus en plus d'acteurs sont intégrés au processus de conception. 33,6 % des participants considèrent le manque de temps comme principal facteur les contraignant à externaliser des tâches. La complexité de la forme est la seconde raison les poussant à externaliser certaines tâches, au moins pour 17,25 % d'entre eux. Les concepteurs s'accordent sur le fait que l'interdisciplinarité est totalement bénéfique au développement du projet (85,4 %), mais affirment que cette interdisciplinarité est difficile à gérer du point de vue humain (pour 50,1 % des répondants – 181 NA supprimés) et technique (50,4 % – 181 NA supprimés). D'un point de vue pratique, les designers belges considèrent que les outils numériques ont fortement facilité l'échange avec les intervenants (figure 3). Si l'on regarde de plus près ces échanges, la figure 5 révèle que les architectes externalisent rarement les étapes de conception (l'architecte étant le consultant interne le plus courant), tandis que l'ingénieur en construction est le consultant externe le plus demandé. Le spécialiste de la modélisation 3D est plus fréquemment sollicité en interne (c'est-à-dire faisant partie intégrante de l'équipe de conception), ce qui démontre une étroite proximité de travail avec l'architecte. L'infographiste est légèrement plus consulté en externe qu'en interne, indiquant que la proximité entre les deux professions est cette fois moins importante. Cette tendance a déjà été illustrée dans la figure 4 : les spécialistes de la modélisation 3D sont considérés comme ayant plus d'influence sur la forme conçue que les infographistes. Toutes ces observations sont soutenues par une autre information quantitative : 46,8 % des architectes considèrent la modélisation numérique comme enrichissant la conception d'un projet architectural, même lorsque cette tâche n'est pas assignée à la personne qui a principalement conçu le projet. Pour mieux comprendre ce résultat, nous devons distinguer les architectes qui considèrent la modélisation 3D comme faisant partie intégrante de leur propre processus de conception et ceux qui considèrent que les modèles 3D

ne sont utiles que pour produire des images « commerciales ». Les architectes du premier groupe s'appuient généralement sur des spécialistes de la modélisation 3D considérés comme des collègues de proximité. Certains d'entre eux ont commenté : « La modélisation fait partie du processus de conception et évolue avec elle dans un processus itératif ». Les architectes du deuxième groupe, d'autre part, préfèrent recourir aux infographistes travaillant souvent à distance. Certains architectes reconnaissent que le fait de confier la tâche de modélisation 3D à un consultant externe pourrait favoriser « différents points de vue, idées ou conseils » ; « les architectes ne peuvent plus tout assumer » et « doivent apprendre à déléguer en donnant les bonnes informations » par « des échanges réguliers ».



△ Figure 5. Comparaison des intervenants consultés en interne ou en externe.

DISCUSSION

Suite à cette analyse, nous pouvons affirmer qu'il existe un écart important entre les grandes agences internationales d'architecture et la majorité des architectes belges. Alors que les technologies numériques ont libéré la forme d'une partie des architectes de par le monde, la plupart des architectes belges se sentent plutôt aliénés par ces outils. Avant tout, les concepteurs ont peu recours aux outils 3D ou paramétriques (figure 2) et utilisent plutôt les outils numériques comme un moyen plus rapide que le dessin à la main. Ils ne se sentent pas non plus préoccupés par l'avènement de nouveaux supports de conception, puisqu'ils les considèrent plutôt comme réservés aux grands bureaux travaillant sur des projets majeurs tels que des musées ou des gares, par exemple, et pas du tout adaptés à la conception de projets de plus petite ampleur tels que les logements unifamiliaux. La rigidité des normes et règlements urbanistiques laisse par ailleurs peu de place à l'intégration de nouvelles morphologies au sein du paysage. Les exigences accrues de l'administration, la demande du client et les techniques en évolution sont d'autres facteurs que les concepteurs considèrent comme des paramètres complexifiant leur travail journalier. En Belgique, force est de constater que la complexité ne se situe pas encore dans la forme conçue, mais bien dans l'utilisation même des outils numériques.

L'analyse présentée ici, s'intéressant spécifiquement aux outils paramétriques et à leurs usages en Belgique, complète les tendances énoncées par ailleurs (Stals *et al.*, 2017).

RÉFÉRENCES

Architects' Council of Europe (2015). « La profession d'architecte en Europe : une étude du secteur » [Étude réalisée par Mirza & Nacey Research, en ligne, http://www.ace-cae.eu, consulté le 10 août 2016].

Shelden, D. (2002). *Digital Surface Representation and the Constructibility of Gehry's Architecture* [Thèse de doctorat, The Massachusetts Institute of Technology].

Stals, A., Jancart, S. et Elsen, C. (2016). « How do small and medium architectural firms deal with architectural complexity? A look into digital practices » [Actes du colloque eCAADe, Oulu, Finlande].

Stals, A., Elsen, C. et Jancart, S. (2017). « Practical Trajectories of Parametric Tools in Small and Medium Architectural Firms » [Actes du colloque CAAD Futures 2017, Istanbul, Turquie].

#10

ENTRE COGITATION ET COMPUTATION : COMMENT DÉJOUER L'OBSOLESCENCE PROGRAMMÉE DE L'ARCHITECTE ?

Damien Claeys

Le concepteur de l'environnement construit est traversé aujourd'hui par de multiples flux informationnels aléatoires. Les outils numériques multiplient les mises en relation, génèrent de grandes quantités de données, augmentent l'expérience du réel, simulent la troisième dimension ou plongent le concepteur dans une réalité immersive. Ce contexte modifie inévitablement la manière dont le concepteur doit élaborer des connaissances, prendre des décisions et mener des actions.

Outre l'apparition d'effets sociétaux et environnementaux importants, cette situation impacte fortement les processus de conception architecturale. Au point que la pratique usuelle et l'enseignement traditionnel de la discipline architecturale doivent être reconsidérés. Face aux avancées de l'intelligence artificielle, le métier d'architecte lui-même risque de disparaître à brève échéance si les architectes n'arrivent pas à développer des compétences utiles dans une société régulée par l'automatisation du travail et dominée par une économie de la créativité.

Cet essai spéculatif identifie quelques compétences à développer par les concepteurs pour justifier l'organisation de la formation à l'architecture au XXI^{e} siècle. En effet, quels sont les phénomènes architecturaux échappant à la computation et encore tributaires de la cogitation ? Pour déjouer l'obsolescence programmée de l'architecte, quelles sont les compétences minimales que les robots ne pourront jamais acquérir et que les concepteurs doivent développer pour assurer la pérennité de leur discipline ?

DAMIEN CLAEYS

Architecte, systémicien et docteur en art de bâtir et urbanisme, Damien Claeys est professeur à la Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (LOCI) de l'Université catholique de Louvain (UCLouvain).
Il enseigne le projet, la théorie et le dessin d'architecture. Il mène des recherches historiques, critiques et méthodologiques en conception architecturale, en théorie d'architecture et en théorie des systèmes.

AUGMENTATION NUMÉRIQUE DU RÉEL AUGMENTÉ

Depuis l'apparition d'une *troisième* révolution industrielle au début des années 1970[1], les technologies de l'information et de la communication sont devenues incontournables et elles ne sont plus considérées comme véritablement nouvelles. Conjointement aux médias analogiques, des médias numériques amplifient constamment les effets du réel *R* en lui surimposant toutes sortes d'informations soutenant l'émergence d'un « réel augmenté » *R'* (Claeys, 2013)[2]. Dans cette « humanité augmentée » (Sadin, 2013) produite par la « silicolinisation » progressive du monde (Sadin, 2016), des changements importants s'opèrent et leurs principales conséquences ne peuvent plus être ignorées. Ces mutations mènent à la redéfinition complète – pour le meilleur et le pire – des trois polarités constitutives de notre réalité : le sujet (transhumanisme, génétique, intelligence artificielle, prothèses numériques...), la société (réseaux sociaux, *smart cities*, ubérisation, migrations, fracture du numérique, nouvelle spatiotemporalité, surinformation, désinformation...) et l'environnement (anthropocène, déchets d'équipements électriques et électroniques, énergie grise, nanotechnologies...).

De plus, les développements de l'intelligence artificielle (IA) renouvellent le mythe de la machine intelligente capable de supplanter l'intelligence

1 Une mise en parallèle controversée est parfois opérée entre l'émergence successive de trois révolutions industrielles et celle de trois réseaux (le chemin de fer, l'électricité, l'Internet).

2 Le réel augmenté *R'* est « un double du réel co-construit par l'homme – qualifié d'augmenté – contre lequel, impertinent, le réel résiste dès qu'il est provoqué. Il possède plusieurs partitions – qui ne font pas partie du réel – telles que les réalités perçue, conçue, vécue, mythique, objective, subjective, intersubjective... Il se confronte constamment au réel (*R*) qui reste un au-delà qui lui échappe. Le réel augmenté est à distinguer de la réalité augmentée » (Claeys, 2013). Contrairement à la *réalité augmentée* qui nécessite des moyens techniques pour surimposer des informations au réel perçu, le réel augmenté est produit directement par notre conscience.

naturelle (IN) de l'espèce humaine par son implacable efficacité, dénuée de toute émotion[3].

OBSOLESCENCE PROGRAMMÉE DE L'ARCHITECTE

Ces phénomènes provoquent des changements, à la fois globalisés, rapides et amplifiés, qui touchent la discipline architecturale.

Les outils numériques semblent mener la discipline architecturale vers un avenir plein de promesses puisque des effets positifs indéniables émergent de ces progrès technologiques. Ainsi, pour les tâches laborieuses et dangereuses, la main-d'œuvre des chantiers est remplacée par une armée de robots sophistiqués, capable de réaliser, avec précision, la construction des édifices, sans faiblir, dans des lieux inaccessibles, à des échelles très étendues ou très réduites. Des parois intelligentes permettent aux édifices d'interagir avec leurs habitants et leur environnement. Libéré des tâches répétitives et administratives assumées par des machines pourvues d'IA, l'architecte se consacre à la création proprement dite, à l'émulation confortable de la co-conception à distance. Un continuum machinique entre les actualisations du processus de conception et les phases de construction réelles des édifices devient possible… L'architecte poursuit alors les chimères de son hypothétique passé démiurgique (Claeys, 2016) en adoptant les outils de l'avenir.

Mais cette projection idéalisée de l'évolution de la discipline architecturale semble occulter les conséquences négatives qui vont également l'affecter. Ainsi, dans un monde de la construction presque totalement automatisé, une main-d'œuvre humaine n'a plus sa place sur chantier et la construction nécessite une expertise technologique croissante, ce qui devrait conduire à des implications socioéconomiques désastreuses. La robotisation progressive de l'environnement construit rend les édifices dépendants de prothèses numériques sujettes aux pannes, d'équipements à l'obsolescence programmée et aux effets écologiques inavoués. Se croyant libéré des contraintes matérielles et administratives, l'architecte crée des environnements construits

3 L'expression française *intelligence artificielle* (IA) vient de l'expression anglaise *artificial intelligence* (AI) introduite par l'informaticien américain John McCarthy dans son appel à candidatures pour participer au Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence (1956). L'expression *intelligence naturelle* (IN) est utilisée ici comme contrepoint.

désincarnés, souffrants d'une « crise de l'échelle » et d'une « crise de la tectonique » (Picon, 2010). Pire encore, même dans le cas de projets à petite échelle, il remplace le temps libre initialement dégagé pour la créativité par le temps du traitement des données et du dialogue avec la variété croissante des nouveaux acteurs de la conception et de la construction. Ce dialogue est rendu possible par l'intermédiaire d'outils numériques, si bien qu'il doit apprendre à communiquer avec l'IA elle-même, pour pouvoir communiquer avec d'autres.

Si ce contexte impacte la discipline architecturale, il remet également en question les métiers de ceux qui la pratiquent et l'enseignent.

L'utilité publique des métiers de la conception de l'environnement construit (architecte, ingénieur, urbaniste…) s'est progressivement instituée à partir du postulat qu'il faut des *compétences intellectuelles particulières* pour être capable d'initier, d'orienter et de contrôler le processus de conception d'un projet d'architecture. Cette nécessité justifie l'existence d'une discipline praticable et enseignable.

Or, ce point de vue n'a pas toujours été partagé dans l'histoire mouvementée de la discipline architecturale dont le statut social s'est lentement fragilisé, depuis l'âge héroïque fantasmé de la Renaissance, la hissant au titre d'*ars liberalis*, jusqu'à la précarité contemporaine de la profession (Claeys, 2016). De plus, Benoît Goetz, Philippe Madec et Chris Younès (2009) rappellent que seulement 10 % du bâti dans le monde a été édifié avec le concours d'architectes. Ce qui veut dire que, pour la majorité de la population mondiale, d'hier et d'aujourd'hui, les architectes ont une utilité publique limitée !

À cette tendance historique défavorable s'ajoutent les effets du contexte contemporain. Aujourd'hui, le concepteur est traversé par de multiples flux informationnels, souvent perçus comme aléatoires, dont il ne sort pas indemne. Ainsi, les outils numériques multiplient les mises en relation, génèrent de grandes quantités de données, augmentent l'expérience du réel, simulent la troisième dimension ou plongent le concepteur dans une réalité immersive. Ensuite, l'usage que le concepteur a des outils numériques modifie inévitablement la manière dont il élabore des connaissances, prend des décisions et mène des actions. Enfin, l'arrivée incessante de nouveaux *softwares* – à l'IA toujours plus performante – semble le reléguer à l'étude de quelques questions esthétiques anecdotiques. Puisque, comme l'annonce

Antoine Picon dans sa leçon inaugurale de la Chaire Francqui (2016), l'IA exercera automatiquement, à court terme, 80 % des tâches afférentes au métier d'architecte !

Même l'enseignement de la discipline est impacté par l'irruption du numérique. Lorsqu'ils n'appliquent pas la politique de l'autruche en niant l'évolution du monde qui les entoure, les enseignants des écoles d'architecture peinent à actualiser leurs enseignements pour suivre les progrès rapides des techniques et méthodes numériques de représentation, d'aide à la conception et de construction. Les cours intégrant une réelle réflexivité critique sur l'utilisation des outils numériques et le dialogue avec les IA sont rares et spéculatifs. Si bien que l'enseignement actuel de l'architecture produit une génération d'architectes en trop grand nombre et à l'obsolescence programmée.

La question étudiée dans cet essai spéculatif est simple à poser, mais il est difficile d'y répondre[4] : en général, quelle utilité publique justifie-t-elle encore l'existence de la discipline architecturale face aux effets d'une troisième révolution industrielle ? En particulier, quelles compétences incomputables[5] les concepteurs de l'environnement construit doivent-ils développer pour assurer la pérennité de leur discipline face à la concurrence de systèmes experts[6] ?

4 La question abordée dans cet essai spéculatif ne concerne pas l'usage de *cerveaux électroniques* pour réaliser des projets d'architecture auto-adaptatifs tels que le Fun palace (1960-1966) ou le Generator (1976-1980) de Cedric Price. Elle concerne le dialogue – entre le concepteur et l'IA – lors du processus de conception préalable à la production plutôt que les effets auto-adaptatifs du projet construit sur ses occupants.

5 Lié au verbe *to compute* (compter), le mot anglais *incomputable* (incalculable) désigne jusqu'au XVII[e] siècle ce qui est *trop grand pour être compté*, puis progressivement ce qui est *trop complexe pour être compté*. En 1936, les contributions d'Alonzo Church sur l'« *unsolvable problem* » et d'Alan Turing sur les « *computable numbers* » en font un concept mathématique solide. En mathématiques, un nombre réel est *calculable* s'il existe un algorithme capable d'énumérer la suite, infinie ou non, de ses chiffres. Alors qu'un nombre incalculable – échappant à toute computation, qui ne peut se calculer, qui n'est pas dénombrable – est souvent un nombre aléatoire, un nombre réel dont il n'existe pas un algorithme ou une machine de Turing permettant d'énumérer la suite de ses chiffres. En 1958, l'expression anglaise *data processing machine* (machine de traitement des données) a été traduite par le mot *ordinateur*, qui n'est donc pas une bonne traduction du mot anglais *computer* ou *computing machine* (calculateur ou machine qui calcule) qui aurait dû être *computeur*. Le *calculateur* est capable de traiter les symboles numériques, alors que le *computeur* est capable de traiter tous les types de symboles concevables. En revenant au sens non limité au calcul numérique du verbe latin *computare* (calculer), nous utiliserons ici les mots français *computeur*, *incomputable* et *incomputabilité*, pour traduire les mots *computer*, *computable* et *incomputability* plutôt que les mots *ordinateur*, *incalculable* et *incalculabilité*.

6 Un système expert est « un programme d'intelligence artificielle conçu pour manifester le même comportement qu'un expert spécialiste d'un domaine précis » (Le Moigne, 1986). Il vise à produire rapidement le même diagnostic ou à établir la même solution que celle d'un expert humain. À l'aide d'un moteur d'inférence, le créateur du système met en correspondance une base de connaissances et des règles de production ou d'inférences explicitées par des experts humains.

MODÉLISATION HEURISTIQUE DE LA CONCEPTION ARCHITECTURALE

Le constat de l'obsolescence programmée de la discipline architecturale étant posé, elle peut être déjouée à condition que les concepteurs acquièrent des compétences incomputables, utiles dans l'orientation de processus de conception architecturale. Mais avant de tenter d'identifier de telles compétences, au moins trois questions doivent être investiguées : Quelles sont les propriétés générales des processus de conception architecturale ? Quelles différences faire entre intelligence naturelle (IN) et intelligence artificielle (IA) ? Quels principes sous-tendent l'établissement d'un dialogue humain-machine opérant ?

À défaut de pouvoir être définitivement définie, la conception architecturale est un phénomène complexe, modélisable heuristiquement. Seul le processus interne de conception est étudié ici, toutes les conditions externes affectant le travail du concepteur sont volontairement omises. Pour produire un projet d'architecture menant à la construction potentielle d'un artefact architecturé, un concepteur initie « un processus de conception au cours duquel il opère mentalement à plusieurs reprises sur un modèle jusqu'à proposer une solution satisfaisante parmi d'autres possibles » (Claeys, 2015). À défaut d'être linéaire, ce processus est plutôt circulaire, itératif et réflexif, passant alternativement par des phases de convergence et de divergence avant d'aboutir à une solution sous-optimale parmi d'autres (Claeys, 2013).

Si $\forall\ i \in \{0, 1, 2, 3, \ldots, k, \ldots, n\}$, un modèle architectural M_k est une image mentale à un instant donné k du projet d'architecture en cours de conception et si une opération architecturale O_k est un acte cognitif capable d'actualiser ce modèle, alors un processus de conception est modélisable heuristiquement comme une succession non linéaire d'occurrences du modèle M_i rythmées par des opérations O_i. Parallèlement à l'évolution des représentations intrapsychiques du projet, le concepteur produit une série de représentations externes du projet : des productions médiatiques M_{di} (Claeys, 2013). Ces médias – analogiques ou numériques – permettent au concepteur d'engager un dialogue réflexif avec lui-même ou avec d'autres acteurs du processus de conception – humains ou machines dotées d'IA.

COGITATION ET COMPUTATION

Les différences structurelles et fonctionnelles entre un *homo* doublement *sapiens* et une machine dotée d'IA objectivent dans quelles circonstances l'un supplante l'autre – et inversement – lors de l'orientation de processus de conception architecturale[7].

Bien qu'ils soient tous les deux modélisés comme des systèmes de traitement de l'information[8] et que les développements de l'IA imitent, pas à pas, les modèles spéculatifs du cerveau humain, ils se distinguent clairement du point de vue du support (neurones ou transistors), du transport (neurotransmetteurs chimiques ou impulsions électriques) et de l'enregistrement des données (analogique ou numérique). En effet, une machine dotée d'IA ressemble à un cerveau humain sans en être un, puisque, selon Cornelius Castoriadis (1973) citant John von Neumann (1958), « un ordinateur n'imite pas le système nerveux central, il est construit sur d'autres principes ».

D'un côté, un cerveau humain est un système biologique – unique, analogique, évolutif et non fiable – d'environ une centaine de milliards de neurones. Chaque neurone est adaptable et relié à des centaines d'autres neurones par des connexions synaptiques. Si les conditions dans lesquelles il fonctionne changent ou qu'une fonction n'est plus assurée, la plasticité neuronale du cerveau lui permet, dans une certaine mesure, la modification, le remplacement ou la création de neurones. La conscience émergerait alors de la stimulation des neurones par des signaux électriques variables produits par la décharge d'un ou de plusieurs autres neurones. De là l'analogie faite en psychologie cognitive entre un cerveau (présenté comme un ordinateur cérébral) et un système de traitement de l'information. L'autonomie et la souplesse de son cerveau permettent à l'être humain le développement de compétences créatives.

7 Les comparaisons *chiffrées* entre IN et IA en bits par seconde évoluent constamment au gré des modélisations scientifiques du cerveau humain et de l'augmentation des performances des machines. Contrairement à des comparaisons structurelles ou fonctionnelles, elles sont imprécises et rapidement obsolètes.

8 Un système est, par définition, un « ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisés en fonction d'un but » (de Rosnay, 1975). Le paradigme du système de traitement de l'information est la définition générique établie par Herbert A. Simon et Allan Newell d'un « mode général de représentation et de simulation des systèmes intelligents considérés comme des systèmes de traitement (ou de computation) de symboles physiques » (Le Moigne, 1986).

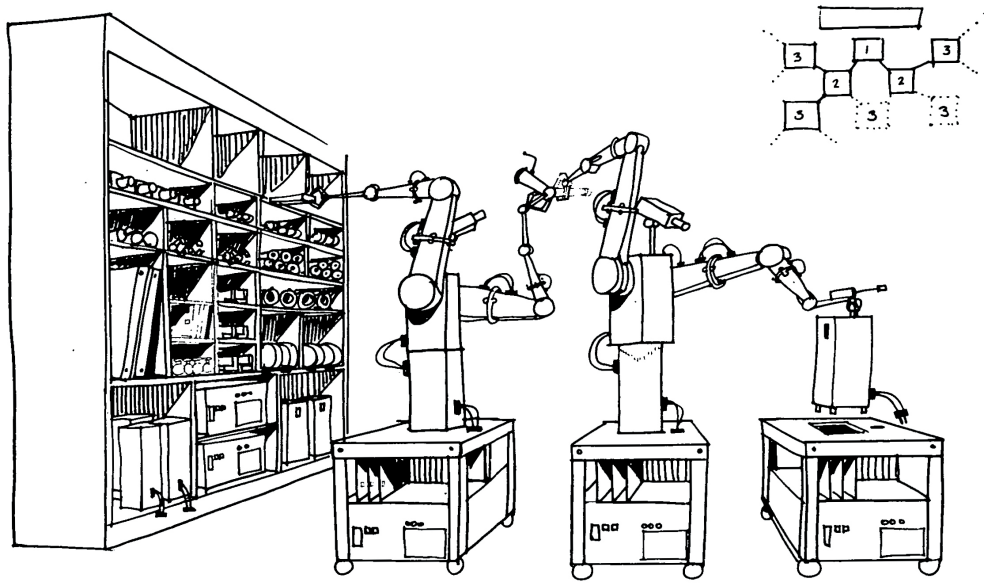
De l'autre côté, une machine computante est un système mécanique ou *hardware* (matériel) – reproductible, numérique, fini et fiable – de transistors (mis en relation dans des circuits intégrés pour former des composants informatiques). Chaque composant a une fonction prédéterminée (traitement de données, d'images, de sons) et si l'un de ceux-ci est endommagé ou manquant, la machine ne fonctionne pas correctement. Les circuits qui lient les transistors sont animés par des signaux électriques binaires (1/0). La machine est orientée en fonction d'un *software* (logiciel) – un ensemble d'instructions organisées à exécuter – créé par une intelligence humaine : une unité de contrôle (UC) gère les relations entre les inputs (entrées), l'unité arithmétique et logique (UAL) qui exécute des opérations arithmétiques (quatre opérations élémentaires) et logiques (disjonction *ou*, conjonction *et*, négation *non*), les mémoires et les *outputs* (sorties).

Mais cette distinction nette entre humain et machine n'est plus si évidente aujourd'hui en fonction du « niveau de réalité » (Nicolescu, 2009) avec lequel ils sont observés.

Au niveau de la conscience humaine, le flux des actes cognitifs s'écoule, *a priori*, sans programme préexistant, de manière autonome et continue (analogique). Mais, aujourd'hui, au niveau du substrat biologique, le cerveau s'apparente souvent à un computeur (digital), puisque son fonctionnement n'échappe pas au contexte (psychologique, socioculturel, environnemental) et est discontinu (durée des impulsions et vitesse de propagation des influx nerveux). Ainsi, pour Edgar Morin (1986), « rien de l'activité de l'esprit humain n'échappe à la computation, mais le tout de cette activité ne saurait se réduire à la computation[9] ».

9 Le mot *computer* vient du latin *putare* (compter, calculer, examiner, peser, réfléchir à, songer à), puis de *computus* (compte) et enfin *computare* (calculer, faire des comptes, effectuer un comput) qui signifie supputer ensemble, « rassembler, sélectionner et calculer afin d'asseoir une croyance » (Citton, 2016). Le mot *cogiter* (méditer) apparu au XV^e^ siècle vient du latin *cogitare* (penser, méditer), *cogitatio* (pensée) et désigne la « puissance logique de la pensée » (Citton, 2016). Cogiter suppose l'existence du *cogito*, le sujet connaissant, repris dans l'axiome de René Descartes (1637) : « *cogito, ergo sum* » (je pense, donc je suis). Pour Edgar Morin (1986), le « *cogito, ergo sum* » cartésien doit être complété en un « *cogito, ergo computo, ergo sum* » (je pense, donc je compute, donc je suis), pour montrer l'existence de deux niveaux logiques dialogiques (qui ne peuvent exister l'un sans l'autre) le *computo* – cerveau (présent chez tous les êtres vivants) et le *cogito* – esprit (présent chez les humains).

De même, une machine n'a, a priori, aucune autonomie de pensée puisque son fonctionnement est prédéterminé. Mais aujourd'hui, une IA peut échapper aux deux grandes limites instaurées par son créateur humain – un *hardware* fixe et un *software* défini – pour au moins deux raisons : elle est capable de contrôler d'autres machines qui créent à leur tour de nouveaux composants pour remplacer ceux qui sont usés ou pour en ajouter d'autres ; elle est capable d'apprendre par elle-même et de donner l'illusion d'un flux continu d'opérations en récoltant très rapidement des quantités vertigineuses de données par *cloud computing* (informatique en nuage), si bien qu'« elle s'éduque plus qu'elle ne se programme » (Alexandre, 2017). Dans une certaine mesure, une IA peut donc, à la fois, créer d'autres IA et développer sa puissance cognitive.



△ Figure 1. Robert A. Jr. Freitas & William P. Gilbreath, *Proposed demonstration of simple robot self-replication*, 1982, p. 257.

La distinction devient floue : l'autonomie de l'IN est relative et le fonctionnement biologique du cerveau est discontinu, alors que l'IA donne l'illusion d'être autonome et d'opérer de manière continue !

CRÉATIVITÉ DES LIMITES COGNITIVES

Observables dans tout processus complexe de projétation, trois types d'incertitudes, au moins, révèlent respectivement trois limites cognitives interagissantes, affectant tout concepteur humain (Gigand, 2010) : l'*incomplétude*, l'*autoréférence* et l'*indétermination*[10].

Premièrement, tout processus est orienté en fonction de la conscience de soi du concepteur : « Tout concepteur conçoit son projet d'architecture en étant conscient de le concevoir, sans pour autant être capable de comprendre comment il possède cette habileté cognitive. L'incomplétude est l'incertitude due à l'impossibilité qu'a le concepteur de connaître sa propre structure ontologique » (Claeys, 2015). Alors que la conscience de soi de l'humain émerge de l'association entre corps biologique et états de conscience, l'IA est construite sur la distinction nette entre *hardware* et *software*, ce qui ne lui donne pas une réelle conscience de soi, telle qu'elle est vécue chez l'humain. Une IA peut donner l'illusion d'avoir une conscience, mais elle n'est pas du même type.

Deuxièmement, tout processus est orienté en fonction de l'autoréférence du concepteur : « Dans une situation identique, des concepteurs différents projettent des représentations différentes en fonction des significations qu'ils ont expérimentées au cours de leur vie. L'autoréférence est l'incertitude associée à la structure unique de l'autoréférentiel du concepteur » (Claeys, 2015). Une IA peut donner l'illusion d'avoir un autoréférentiel semblable à celui d'une IN et de nombreuses analogies sont possibles entre les différents types de mémoires naturelles et artificielles. Mais la mémoire informatique est capable de gérer une grande quantité d'informations (d'enregistrer, de copier, de dupliquer et de supprimer définitivement des

10 Ces trois incertitudes sont notamment liées par l'outil trialectique chez Gérard Gigand (2010) et elles ont pour origine respective : (1) le théorème d'incomplétude de Kurt Gödel (1930) ; (2) la théorie des systèmes auto-poïétiques de Humberto Maturana et Francisco J. Varela (1972) ; (3) le théorème d'indétermination de Werner Heisenberg (1927).

données), alors que la mémoire du cerveau n'a pas la capacité d'enregistrer toutes les informations (il travaille par association pour conserver des traces mnésiques à partir d'informations partielles ou erronées). La mémoire d'une IA *hypermnésique* est *inscrite*, précise, stable, infaillible et extensible, alors que celle d'une IN *amnésique* est *réactivée*, évolutive, instable, faillible et limitée.

Troisièmement, tout processus est orienté en fonction de la sélection des informations prises en compte par le concepteur : « Le concepteur est dans l'incapacité de connaître en une fois toutes les données d'un projet, il doit en choisir certaines au détriment d'autres. Il les sélectionne et il leur donne un ordre. Corollairement, les données non prises en compte forment alors un désordre, un incubateur potentiel d'incertitude. L'indétermination est l'incertitude liée aux limites subjectives du domaine des données prises en compte par le concepteur » (Claeys, 2015). Dans des secteurs très spécialisés aux limites précises, des systèmes experts permettent une détermination totale des données et mènent à une solution optimale, alors que le concepteur – souffrant d'une « *bounded rationality* » (Simon, 1957) qui rend impossible l'appréhension totale du réel par la conscience – possède une intelligence généraliste menant à une solution sous-optimale.

Capable de donner l'illusion d'en souffrir, une IA considère que ces trois limites cognitives affectant une IN n'ont pas de sens (incomplétude) ou peuvent être partiellement dépassées (autoréférence et indétermination). Mais pour une IN, ce sont justement dans les intervalles d'incertitudes qu'elles créent que des glissements, producteurs de créativité, sont possibles.

STÉRILITÉ DES LIMITES COMPUTIVES

Observables dans toute aide à la conception d'un processus complexe de projétation, quatre certitudes, au moins, révèlent respectivement quatre limites computives inhérentes à toute IA : la *discrétisation*, la *prédestination*, le *déterminisme*, l'*incomputabilité*.

Premièrement, contrairement à la continuité du flux des actes cognitifs, un computeur est pour Charles Babbage une « machine analytique » (en

1837) et pour Alan Turing une « machine à états discrets » (1950), c'est-à-dire une machine qui discrétise les *inputs*, travaille sur les données, puis restitue les *outputs*. À chacune de ces phases correspond une altération des informations traitées. Une machine analyse des données grâce à un système binaire et elle ne peut que raisonner par des affirmations ou négations. Si l'IA ne peut trancher les questions que par les valeurs *vrai* ou *faux*, l'IN fonctionne grâce à une infinité de réseaux de neurones et elle est capable d'appréhender naturellement une ambiguïté du type « si, mais… », et donc d'opérer de manière holistique à un niveau supérieur. De plus, la discrétisation du réel n'est jamais complète puisque l'IA travaille avec un nombre limité de décimales, ce qui amène de l'imprévu.

Deuxièmement, impossible à définir précisément, l'IN est souvent vue comme un phénomène unitaire, sanctionné par une valeur relative de quotient intellectuel (QI), alors qu'elle est multiple. L'humain possède non pas une intelligence, mais des intelligences, plus ou moins développées, associées et mobilisées en fonction des problèmes à résoudre ou des productions à réaliser. Or, le fonctionnement de l'IA est prédéterminé par le créateur humain de la machine, qui a choisi avec quel langage elle traite les informations, si bien que « toutes les décisions quant à ce qui pourrait être pertinent pour l'évolution du système étudié ont été prises d'un seul coup » (Lévy, 1987). Bien qu'ayant de meilleures capacités pour calculer, mémoriser et classer des informations, le computeur n'est qu'un « assistant fiable et obstiné » (Delahaye, 2002) qui ne fournit pas de résultats nouveaux. Autrement dit, en cours de processus, le concepteur est capable de créer de nouveaux types d'opérations O_i ou d'enchaînements de M_i, alors que la machine en est incapable.

Troisièmement, l'IA maîtrise mieux certaines fonctions dans le domaine de la cognition parce qu'elle échappe au facteur humain (elle est toujours fiable, rationnelle et elle n'est jamais prétentieuse), mais elle est incapable de reproduire des sensibilités purement humaines (l'empathie, l'esprit critique, l'humour, la communication, les relations sociales…). Alors que l'IN est soumise aux aléas de ses affects menant parfois à des non-sens, l'IA possède des capacités spécialisées rationnelles très efficaces dans le cas de processus compliqués et néanmoins prévisibles. Mais, pour simuler des phénomènes complexes, les IA doivent être programmées pour feindre de l'incertitude, par la génération de *noise* (bruit) ou par l'usage de la fonction

random (aléatoire), alors que l'IN est capable d'une économie de pensée intuitive et abductive.

Quatrièmement, pour certaines propositions logiques, aucun algorithme n'est capable de leur attribuer la valeur *vrai* ou *faux*, ce qui provoque un *bug* (bogue) dans l'organisation binaire du computeur. En plus, dans le cas de propositions logiques décidables, certaines ne sont pas computables à cause de la complexité algorithmique à mettre en œuvre pour les computer qui rend impossible leur écriture pour un créateur humain (compréhension du langage naturel, traduction automatique, analyse d'images...).

Capable d'holisme, d'intelligence multiple, de sensibilité et de créativité pour tenter la computation de l'incomputable, une IN considère que ces quatre limites computives affectant une IA peuvent être partiellement dépassées. En plus, l'IN peut user de failles liées à la stérilité computive pour détourner l'IA et développer la créativité du processus de conception.

DIALOGUES ET MÉDIATIONS (H-M)

Outre une meilleure connaissance du processus de conception d'un projet d'architecture, des limites cognitives de l'IN et des limites computives de l'IA, le concepteur doit gérer ses relations avec les machines. Il doit investiguer les modalités des dialogues humain-machine (H-M), en considérant H et M comme deux systèmes ouverts ayant chacun une autonomie relative lors d'échanges d'informations.

Tout processus de conception de projet d'architecture est confronté à la présence – plus ou moins forte – de nombreuses machines dotées d'IA (smartphone, tablette, ordinateur...). Ces nouveaux acteurs de la conception architecturale sont plus ou moins bien considérés. Les architectes se méfient d'eux et des *parametric software* qui les animent, craignant de perdre la position centrale et la maîtrise des opérations dans le processus de conception.

Ainsi, l'informaticien américain Nicholas Negroponte (1969) écrivait déjà que la concurrence était rude entre « *extended designer* » et « *artificial*

designer ». D'un côté, l'humain est l'intelligent créateur de la machine : « *man (intelligent) thinks and the machine (dumb, fast) calculates* » et, de l'autre, il a besoin d'aide : « *anything you can do, a machine can do better* » !

Pour Negroponte (1969), trois types de dialogues sont possibles entre H et M, dotés de deux intelligences différentes : les procédures répétitives de H sont automatisées et M n'est utilisée que si elle est capable de les reproduire (M singe H) ; les procédures de H sont modifiées pour s'adapter aux spécifications de M et seules celles compatibles avec M sont considérées (M remplace H) ; les procédures de H sont introduites dans M en considérant que l'un et l'autre collaborent dynamiquement (M co-évolue avec H). Pour Negroponte, seule la troisième possibilité a le mérite d'être étudiée, parce qu'elle permet une association intime et un enrichissement mutuel entre deux systèmes intelligents différents (H et M). La mise en parallèle collaborative de deux processus antagonistes, le *design* (la conception) et le *computing* (l'aide à la conception par le calcul), provoque l'émulation entre les deux parties et un dialogue réflexif sur le processus.

L'efficacité de ce dialogue H-M dépend de l'utilisation collaborative de productions médiatiques Md_i permettant la communication à l'aide d'un langage commun et de l'ergonomie optimale de l'interface matérielle permettant la réalisation de ces Md_i et ces échanges d'informations.

D'une part, en attendant l'hypothétique développement d'une « idéographie dynamique » (Lévy, 1991) pareille à un langage permettant la communication par « pensée-image », un langage commun émerge progressivement de l'effort conjoint de H et de M pour communiquer, à l'aide de Md_i analogiques et numériques pour en faire « des instruments de pensée ». Mais reproduire artificiellement le dialogue H-H reste très difficile puisque M n'est pas capable d'apprécier la communication non verbale (les silences, les postures du corps, les gestes des mains, les expressions faciales, les odeurs...) et l'idiosyncrasie de H avec lequel la communication s'opère. De son côté, H ne peut que projeter sur M une personnalité virtuelle.

Une interface, gérant les *inputs* (entrées) et les *outputs* (sorties), est efficiente lorsque le concepteur agit avec lucidité et fluidité dans l'élaboration pratique de Md_k et qu'il perçoit l'amplification de son action par l'IA en concordance avec son intention (M_k). Elle l'est également lorsque l'IA génère une population d'occurrences matérielles de Md_k en fonction de

paramètres pour aider le concepteur à percevoir des occurrences mentales de M_i auxquelles il n'aurait pas pensé. L'ergonomie des interfaces du futur misera sur le rapport au corps dans l'espace pour produire des Md_i, la fluidité du geste et le travail de la main, ce qui est déjà visible pour les moyens de représentations [11] et permettra de renouer un dialogue avec les techniques traditionnelles du dessin.

Paradoxalement, les machines digitales provoquent, par ailleurs, un « retour de l'analogique dans les activités de raisonnement et de résolution de problèmes » (Lévy, 1991). Avec la multiplication des interfaces affichant de Md_i figuratives (schémas, dessins, 3D, organigrammes…), les concepteurs appréhendent mieux les données, les opérations et les processus de conception que lorsqu'ils se retrouvent face à des Md_i verbales.

Un dialogue efficace H-M est rarement à l'œuvre dans les agences et dans les écoles d'architecture. Le concepteur utilise l'IA pour travailler, comme il le ferait à la main en profitant uniquement de la vitesse de calcul du computeur. Pourtant, l'IA peut participer à la conception architecturale et le dialogue avec elle est intéressant, au moins, pour deux raisons : elle fonctionne comme un « amplificateur universel de l'intelligence » (Crevier, 1993) et comme un remède à la « *complexity pollution* » (pollution de la complexité) (Michie & Johnston, 1985), capable de rendre des processus complexes intelligibles aux humains.

VERS DES COMPÉTENCES INCOMPUTABLES ?

En pariant sur l'utilité publique de la discipline architecturale au XXIe siècle, le concepteur de l'environnement construit porte partiellement l'avenir de la profession entre ses mains. Pour reconquérir son statut professionnel, il doit choisir avec pertinence les compétences spécifiques qu'il développera et les tâches qu'il associera à son métier de manière à collaborer avec les acteurs de la prochaine génération de systèmes experts auto-apprenants. Sans réaction de sa part, son rôle disparaîtra, dissous dans une société régulée par l'automatisation du travail et dominée par une *économie de la créativité*.

11 Par exemple, l'application Tilt Brush (2015) de Google combinée au casque de réalité virtuelle HTC Vive qui permet de dessiner dans un univers 3D en réalité virtuelle.

À partir de l'identification de compétences *incomputables* propres à l'orientation de processus de conception architecturale, le concepteur peut également construire un socle minimum de compétences à intégrer dans la formation à la discipline architecturale.

Pour conclure, bien qu'elles ne sont évidemment pas exhaustives et que certaines étaient connues, enseignées et nécessaires bien avant la troisième révolution industrielle, voici neuf compétences incomputables à développer par le concepteur :

1. articuler de nombreuses données pour gérer l'indétermination : trier et mettre en relation les (trop) nombreuses informations disponibles – parfois contradictoires ou antagonistes – et ainsi orienter synthétiquement ses choix lors du processus de conception ;
2. travailler dans des équipes pluridisciplinaires avec une visée transdisciplinaire : collaborer dynamiquement avec de multiples (nouveaux) acteurs de la conception – humains ou machines – en développant une « intelligence interpersonnelle » (Gardner, 1983) ;
3. représenter spatialement le projet d'architecture pour soutenir sa conception : alors que le computeur, « en tant que premier outil de conception, tend à avoir un effet de nivellement sur les techniques de présentation et, sans doute, l'originalité du design » (Mallgrave, 2011), la représentation *graphique* – figurative et non uniquement verbale – est un moyen pour communiquer à propos du projet dans un langage spécialement conçu pour le *transformer* ;
4. placer subtilement des discontinuités temporelles et des échelles spatiales : le concepteur doit gérer les effets de la discrétisation/restitution des informations opérés par les outils numériques et choisir les échelles d'analyse et de représentation des données spatialisées, sachant que les échelles se lient (Claeys, 2018) ;
5. développer sa créativité en détournant des limites cognitives : alors que « la conception informatique a tendance à sous-utiliser les capacités innées du cerveau humain pour la pensée créative » (Mallgrave, 2011), le concepteur est difficilement remplaçable par un robot s'il est capable de concevoir ce qui n'existe pas encore ;
6. s'adapter aux changements avec résilience et éviter toute forme de rigidité cognitive : s'écarter de toute posture déterministe et prendre en compte l'incertitude – subie ou provoquée – inhérente aux processus de conception pour l'utiliser au bénéfice du projet d'architecture ;

7. adopter une posture *méta* éthique pour maîtriser l'IA : toute connaissance doit comporter son auto-connaissance (Morin, 1986) et le concepteur doit constamment questionner la manière dont il conçoit dans le but de comprendre également comment il doit prédéterminer l'IA pour l'aider à concevoir ;
8. réifier et incarner les projets d'architecture : si « les ordinateurs ont tendance à dématérialiser la conception et à aboutir à des abstractions lointaines du monde de l'expérience sensorielle humaine » (Mallgrave, 2011), le concepteur doit s'attaquer à la « crise de la tectonique » (Picon, 2010) et rétablir une relation entre forme et matière ;
9. agir inefficacement parce que c'est ce que l'humain sait le mieux faire : « Ce à quoi nous excellons, c'est perdre du temps. Nous sommes vraiment bons pour les choses inefficaces. [...] L'innovation par définition est inefficace » (Kelly, 2016) !

RÉFÉRENCES

Alexandre, L. (2017). *La guerre des intelligences : comment l'intelligence artificielle va révolutionner l'éducation*. Paris, JC Lattès.

Castoriadis, C. (1978 [1973]). « Technique ». *Les carrefours du labyrinthe* 1. Paris, Seuil (Points), pp. 221-248.

Church, A. (1936). « An unsolvable problem of elementary number theory ». *American Journal of Mathematics*, vol. 58, nº 2, avril, pp. 345-363.

Citton, Y. (2016). « Subjectivations computationnelles à l'*erre* numérique ». *Multitudes*, nº 62, pp.45-64.

Claeys, D. (2018). « Discontinuités des processus de conception architecturale : crises de la représentation ? ». *Acta Europeana Systemica*, nº 8, pp. 19-36.

Claeys, D. (2016). « Le fantasme du démiurge : l'architecte soumis à la tentation du pouvoir ». *Acta Europeana Systemica*, nº 6.

Claeys, D. (2015). « Concevoir un projet d'architecture : calmer les certitudes, gérer l'incertitude ». *Lieuxdits, Sérendipité*, LOCI UCLouvain, nº 9, avril, pp. 20-23.

Claeys, D. (2013). *Architecture & complexité : un modèle systémique du processus de (co)conception qui vise l'architecture* [Thèse de doctorat de l'Université catholique de Louvain]. Louvain-la-Neuve, Presses universitaires de Louvain.

Claeys, D. (2010). « Prendre en compte la complexité contextuelle : vers une architecture "analytico-systémique" ». *Architecture*, UCLouvain, Saint-Luc Architecture – Bruxelles, 2010-3, pp. 32-33.

Cooper, B. S. (2004). « Incomputability after Alan Turing ». *Notice at the AMS*, vol. 59, nº 6, pp. 776-784.

Crevier, D. (1997 [1993]). *À la recherche de l'intelligence artificielle*. Trad. de l'anglais N. Bucsek [*The tumultuous history of the search for Artificial intelligence* (1993). New York, BasicBooks]. Paris, Flammarion (Champs).

Delahaye, J.-P. (2002). *L'intelligence et le calcul : de Gödel aux ordinateurs quantiques*. Paris, Belin (Pour la science).

Freitas, R. A. Jr et Gilbreath, W. P. (dir.) (1982). *NASA Conference Publication 2255*. Based on *Advanced Automation for Space Missions* [Actes de l'université d'été de NASA/ASEE, à Santa Clara, Californie, 23/06-29/08/1980].

Gardner, H. (2010 [1983]). *Les Formes de l'intelligence*. Trad. J.-P. Mourlon [*Frames of Mind* (1983). New York, Basic Books]. Paris, Odile Jacob.

Gigand, G. (2010). *Se cultiver en complexité : la trialectique, un outil transdisciplinaire*. Lyon, Chroniques sociales.

Goetz, B., Madec, P. et Younès, C. (2009). *L'Indéfinition de l'architecture*. Paris, La Villette (Passage).

Kelly, K. (2016). *How AI can bring on a second Industrial Revolution* [TED talks, décembre].

Le Moigne, J.-L. (dir.) (1986). *Intelligence des mécanismes, mécanismes de l'intelligence*. Paris, Fayard/Fondation Diderot (Nouvelle encyclopédie des sciences et des techniques).

Lévy, P. (1991). *L'idéographie dynamique : vers une imagination artificielle ?* Paris, La Découverte (Textes à l'appui).

Lévy, P. (1987). *La machine univers : création, cognition et culture informatique*. Paris, Seuil (Points).

Mallgrave, H. F. (2011). *The architect's brain: Neuroscience, creativity, and architecture*. Hoboken NJ, Wiley-Blackwell.

Michie, D. et Johnston, R. (1985). *The knowledge machine: Artificial intelligence and the future of man*. New York, William Morrow.

Morin, E. (1986). *La méthode 3 : la connaissance de la connaissance*. Paris, Seuil (Points).

Negroponte, N. (1969). « Towards a Humanism Through Machines ». *Architectural Design*, septembre, nº 7/6, pp. 511-512.

Neumann, J. (von) (1992 [1958]). *L'ordinateur et le cerveau*. Trad. D. Pignon [*The Computer and the Brain* (1958). New Haven, Yale University Press]. Paris, La Découverte.

Nicolescu, B. (2009). *Qu'est-ce que la réalité ? Réflexions autour de l'œuvre de Stéphane Lupasco*. Montréal, Liber.

Parisi, L. (2016 [2015]). « La raison instrumentale, le capitalisme algorithmique et l'incomputable ». Trad. Y. Citton [« Instrumental Reason, Algorithmic Capitalism, and the Incomputable » (2015). M. Pasquinelli (éd.), *Augmented Intelligence Trauma. Alleys of Your Mind*. Lunebourg, Meson Press, pp. 125-138]. *Multitudes*, nº 62, printemps 2016.

Picon, A. (2016). « Smart Cities : entre utopies et réalité » [Leçon inaugurale à la Chaire Francqui 2016-2017, Louvain-la-Neuve, le 9 novembre 2016].

Picon, A. (2013). *Smart Cities : théorie et critique d'un idéal autoréalisateur*. Paris, B2 (Actualités).

Picon, A. (2010). *Culture numérique et architecture : une introduction*. Bâle, Birkhäuser.

Picon, A. (2007). « La crise de l'échelle et de la tectonique classique », entretien avec Antoine Picon. *D'Architectures*, novembre 2007, nº 168, pp. 43-47.

Rosnay, J. (de) (1975). *Le Macroscope : vers une vision globale*. Paris, Seuil (Points).

Sadin, É. (2016). *La silicolonisation du monde : l'irrésistible expansion du libéralisme numérique*. Montreuil, L'échappée (Pour en finir avec).

Sadin, É. (2013). *L'humanité augmentée : l'administration numérique du monde*. Montreuil, L'échappée (Pour en finir avec).

Simon, H. A. (1957). *Models of Man Social and Rational: Mathematical Essays on Rational Human Behavior in a Social Setting*. New York, Wiley.

Turing, A. M. (1999 [1950]). « Les ordinateurs et l'intelligence ». Trad. J.-Y. Girard [« Computing Machinery and Intelligence » (1950). *Mind LIX*, vol. 236, pp. 433-460]. Dans *La Machine de Turing*. Paris, Seuil (Points), pp. 135-175.

Turing, A. M. (1999 [1936]). « Théorie des nombres calculables, suivie d'une application au problème de la décision ». Trad. J. Basch [« On Computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem »] [Actes du colloque de la London Mathematical Society, 1936-1937, vol. 42, pp. 230-265]. J.-Y. Girard. *La Machine de Turing*. Paris, Seuil (Points), pp. 47-104.

#11

DISCONTINUITÉS ET INDÉFINITIONS : LIEUX ET TRACES

Frédéric Andrieux

Le projet d'architecturer est engagé dans une remédiation au monde. Les mondes physique et virtuel modifient la géographie ontologique de notre habitation. L'architecture, les dessins et les formes sont les entrées, un début de réflexion auxquelles le modèle numérique nous oblige. Notre corps, notre cerveau complet sont ainsi redisposés dans une réalité devenue mixte. Éthique et esthétique sont les mesures de ces bouleversements paradigmatiques. L'habiter doit-il énoncer de nouveaux existentiaux ? Le peut-il ?

FRÉDÉRIC ANDRIEUX

Frédéric Andrieux est architecte. Il collabore pendant quatorze ans dans l'atelier d'Yves Lepère. Ensemble, ils œuvrent dans les domaines de l'urbanisme, du paysage, des aménagements urbains. Ils intègrent, à la réflexion sur le paysage, les infrastructures, les ouvrages d'art, les aménagements portuaires, comme les implantations du tunnel sous la Manche et du port transmanche de Calais. Ils sont aussi actifs dans le domaine des bâtiments publics, écoles, centres culturels, logements sociaux. En 2001-2002, associé à Éric Van Overstraeten, il crée l'atelier Lieux et Traces, actif dans les mêmes domaines, de l'urbanisme au logement social. Depuis 2001, il mène des ateliers de dessin et d'urbanisme à l'unité d'architecture de la Faculté des sciences appliquées de l'Université catholique de Louvain transférée en 2010 à la Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme, LOCI, de l'UCLouvain. Le dessin de projétation à l'épreuve du réel reste la question active tant dans la pratique du projet que dans l'enseignement. Une réflexion théorique doit définir ce champ bouleversé par les moyens nouveaux utilisés pour manipuler le projet et le réel de l'habitation.

QUE DESSINE-T-ON DE L'ARCHITECTURE ? POURQUOI EST-IL SI DIFFICILE DE LA DESSINER ?

Partager le monde physique requiert une intelligence philosophique et sensorielle avec le réel et la réalité[1], la pratique d'une sagesse commune. Nous dessinons le visage flou du monde par approches, corrections, superpositions. Le dessin est un rituel anthropologique qui anticipe la fabrication des parties de la sphère que nous étendons sur le monde.

Le monde numérisé et algorithmique met les dessins, physiques et virtuels, à l'épreuve du réel. Mais le dauphin ne nage pas en arrière. Le modèle numérique est installé. Le dessin numérique n'a pas bouleversé la matérialisation formelle de l'architecture, ni ses pratiques. Il nous faut évaluer les continuités et les discontinuités des mondes numérique et physique qui nous instaurent et leurs vertus. Il faut tenter d'identifier ce qui est ardu à porter par le modèle virtuel, qui à notre sens peine à excéder ses dimensions propres : la précision, la performance et le mode opératoire.

1 De manière impensée, notre effroi devant ce qui est au lieu de n'être pas, naît des adhérences, des voisinages entre le réel et la réalité. On oppose, ici, le concept de *réalité*, le monde augmenté d'une détermination par l'humain, au concept de *réel*, ce que l'on ne peut faire disparaître. Le réel, même voilé, tend à nous absorber. La réalité est le monde tel que nous l'habitons. Nous en déployons la connaissance. Le réel est ce qui lui fait fond, qui échappe à toute espèce de prise. La réalité est fiable et constitue notre monde, entendu comme ce qui dépend de notre vision, en cela, elle fonde nos vérités. Le réel est irréductiblement hors de nous, l'obscène. La réalité s'oppose à la chose en soi, inconnaissable, indépendante de toute expérience.

QUESTIONS

Au travers des rituels de l'architecturation, de l'arpentage du monde par le dessin, l'ontologie de l'habiter bascule-t-elle vraiment dans un nouveau paradigme anthropologique, emportant notre être au monde ?

Éthique et esthétique atteignent-elles un nouveau déséquilibre ?

L'ère de la forme est-elle close, ouvrant l'architecture non formelle ?

Le dessin de l'architecturation a-t-il jamais atteint son rôle idéal ?

Les moteurs du questionnement sont :
- la peur de l'automate ;
- la totale transparence ;
- les continuités et discontinuités du contrôle et de notre empreinte, du virtuel au réel en passant par la réalité ;
- la perte ou le déplacement du doute ;
- la perte de l'indécision et de l'imprécision, de l'«Ouvert[2]» de l'humain et de ses établissements ;
- la perte de l'iconographie, comme histoire d'une architecture qui précède l'édifié.

Reste-t-il concevable de confier les décisions, le projet qu'elles font émerger, à l'architecte, à l'imprécision et à l'errance du dessin et des circonvolutions du cerveau ?

Aujourd'hui est-ce l'affaire des assemblages logiques et performants des matières, des formes, de leur visibilité politique et économique, de leurs propriétés physiques et des informations dans le temps et dans l'espace ? Les flux d'informations ne peuvent épuiser ou résoudre le réel. Notre être au monde est fait à la fois d'oubli et de conscience, il stratifie la réalité toujours incomplète. Nous habitons en mode discontinu, divisé en une série

2 « De tous ses yeux la créature voit l'Ouvert. Seuls nos yeux à nous sont comme retournés et tout autour d'elle posés comme des pièges enfermant sa libre issue » (Rilke, (1997 [1923]), p. 548). L'Ouvert est un état encore toujours en acte, précisément parce nous avons tendance à clore l'acte, ici le dessin. La poésie allemande où le terme trouve son origine a tendance à substantiver l'adjectif. L'idée est, ici, que le dessin se maintient en projet. C'est une perte parce que toujours impossible : le dessin s'éteint. Il y a d'autres acceptions, celles de Jacques Lacan et de Martin Heidegger. Il s'agit ici de l'Ouvert d'Henri Maldiney, dont la définition se dérobe à mesure qu'on l'approche.

de doublets conceptuels[3] qui constituent nos existentiaux. La pression des flux continus des réseaux virtuels se heurte à notre essence discontinue. Les doublets apprentissage/non-apprentissage, oubli/mémoire fondent-ils encore notre mode de faire et d'être ? Le monde se dirige vers le connu absolu, disponible. Il doit écarter les dimensions cachées qui pourtant conditionnent le visible pour être notre médiation au réel.

L'épuisement et le contrôle du réel par l'algorithme et les flux d'informations qu'il manipule tendent à maîtriser le temps, le monde infiniment étendu en même temps que le proche. Il nous offre l'art de l'infinie précision, de la complète complexité et des routines efficaces. Nos destins sont-ils tracés ?

Il s'agit aussi du déplacement ou de l'effacement du temps de la conception vers l'usage, l'opératoire. De la synchronie, que le dessin opère à partir de la diachronie de l'expérience spatiale, le modèle numérique établit une absolue diachronie. La possibilité du partage continu, entre les protagonistes de la conception, de l'édification et de l'habitation, questionne le projet et le rassemblement des compétences qu'il fractionne et égalise. Il est étonnant de voir les formes brutalisées alors que les niveaux de conception se multiplient vers une sophistication hors de notre portée physique.

Tenons le dessin comme une entrée en ces questions, comme un dernier rappel avant la mise à mort, ou une résistance. Ce texte est fait d'esquisses imprécises, une tentative d'approches d'un horizon sans visée autre que de rester conscient. Les cultures qui fondent les groupes humains ont des déploiements fondamentalement différents les uns des autres. Restons sur les fondements occidentaux du rapport au monde, la vue et les formes, la séparation du corps et de l'esprit, la séparation des hommes et de la nature. Ce sont nos modes de médiations au monde, le rapport que nous entretenons avec le réel et la réalité.

3 Des doublets conceptuels comme : continu/discontinu, inquiétant/familier, immobile/en mouvement, dispersé/unitaire, animal/dénaturé, abstrait/concret, complexe/élémentaire, centripète/centrifuge, orienté/indéterminé, homme/femme au-delà du genre physique.

△ Figure 1. Yves Lepère, *Concours pour l'aménagement du Grognon*, Citadelle de Namur, Belgique.

Le plan masse sélectionne et affirme les concepts spatiaux du projet, les plans horizontaux, le parc bas, les structures de la ville.

LE DESSIN

Le dessin s'isole quand, avec Alberti, se séparent l'architecte et le bâtisseur. À ce moment précis, le dessin oriente la géographie du triplet conception/édification/habitation. L'homme conçoit, habite le monde. Il œuvre à ne plus être habité par ce monde jusque-là encore terre divine.

Les hommes se disposent autour du projet, qui apparaît dans le même mouvement.

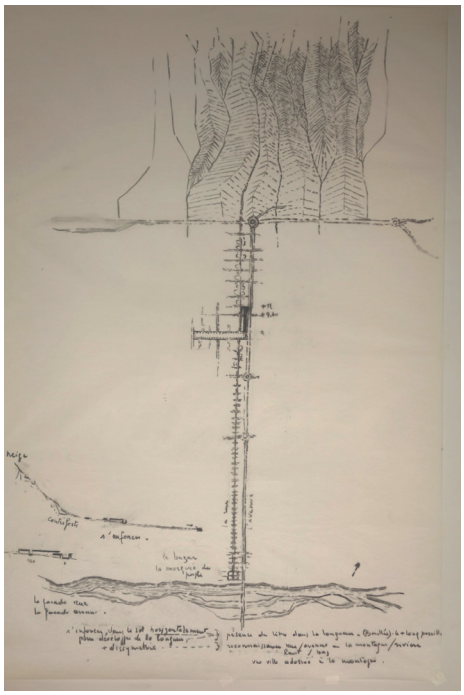
Une histoire de déséquilibres et de glissements entre les protagonistes de l'architecturation des lieux se déploie. Ils se séparent pour s'acquitter d'un champ délimité de tâches que la géographie sociale leur assigne. Vite, la

conception s'écarte de l'édification. Mais la contingence des matières à construire les maintient voisines. Une histoire se constitue, qui marche de concert avec le déploiement du monde moderne.

Naît avec le dessin la nécessité de concevoir et de dire l'édifice. Les dessins cherchent et établissent les parties, les formes, les assemblages et leur composition, les raisons de l'édifice. Surtout, ils en cherchent les règles, mais aussi ce qui n'est pas encore et ce qui ne peut se dire. Jusque-là, la concomitance de l'édification et de la conception faisait que ce qui était à construire existait toujours déjà dans les matières et les formes à construire et dans l'acte d'édifier.

Le dessin est une possibilité pour l'architecture d'arpenter le territoire de la pensée, ce qu'elle fait donc depuis la Renaissance. Il est un mode de pensée distinct de l'intellect. Il précède le discours. Il y a une sorte de parenté entre l'acte de dessiner et le fait de construire. Le dessin sélectionne les éléments de la réalité qu'il anticipe.

Lorsqu'une trace est apposée sur le papier vierge, un fond apparaît en même temps. Une profondeur s'installe lorsque le fond se sépare. Le fond se sépare, une profondeur s'installe. La trace vient vers nous (alors que la coupure de l'artiste Fontana ouvre la béance du vide dans un fond qui vient à nous). Quatre traits sécants instaurent l'intérieur et l'extérieur. La surface acquiert trois dimensions : de part et d'autre de nous, vers nous et loin de nous. Nous sommes là où les traits nous placent, situés dans le monde par l'événement, mais les agrégations accidentelles des traits nous déplacent. Nous créons un savoir particulier à ce moment-là. Les traces ont une qualité de spatialisation. Nous sommes spatiaux. Nous rendons présentes différentes sortes d'idées sur la même surface. Nos expériences de corps vont nous permettre de les qualifier. Les deux dimensions sont un avantage important pour représenter la réalité en trois dimensions. Notre expérience des édifices est diachronique, sur une ligne du temps, tandis que le dessin est synchronique, mais fait appel à l'imagination dans sa conception moderne pour tendre à la diachronie. Notre confrontation au dessin, comme dessinateur ou observateur, nous fait composer d'autres synchronies, nous composons d'autres flèches du temps. C'est l'œuvre ouverte dont a parlé Umberto Eco. L'œuvre est toujours encore en production. Nous projetons les agrégations que nous voyons émerger entre le prévisible et l'inconnu, entre la convention et le naturel, entre le subjectif et l'objectif.

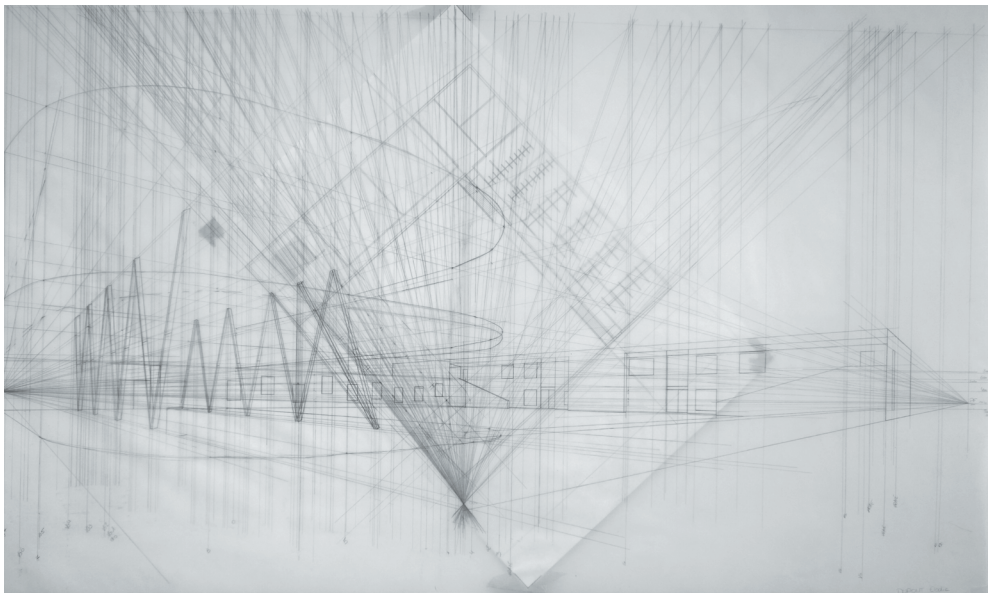


◁ Figure 2. Yves Lepère & Joseph Polet Architectes, *Concours pour la Bibliothèque de Téhéran*, Liban, 1972.

Le dessin rapproche les échelles, le grand territoire indique le concept de l'édifice. Le dessin est ici intentionnel. Il conceptualise la montagne, la plaine et les structures humaines pour implanter la bibliothèque. Le trait est fragile, sans échelle, il tisse et désature les sols sans matière. L'architecture a partie liée avec la géographie. Le texte a une valeur graphique dans le manifeste conceptuel. Il est aussi fragile, rapide.

▽ Figure 3. Élodie Dupont, *Projet d'école*. Travaux d'étudiants ingénieurs-architectes, Faculté LOCI, UCLouvain.

Le rituel de la perspective conique fait émerger les volumes au travers des règles de la géométrie sans interprétation. Le processus tisse le projet. Les sommets sont remarquables, ils ne sont pas neutres dans leur position. La perspective ne projette pas, elle dit ce qui est.

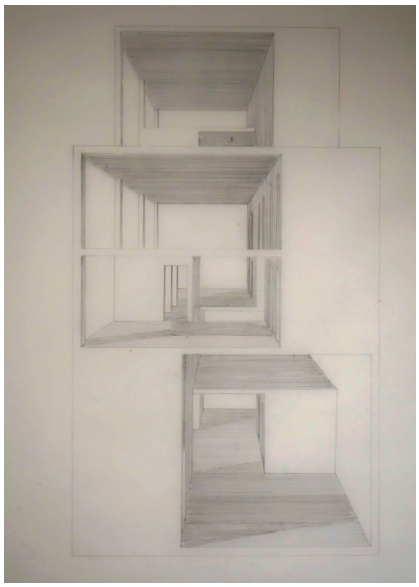


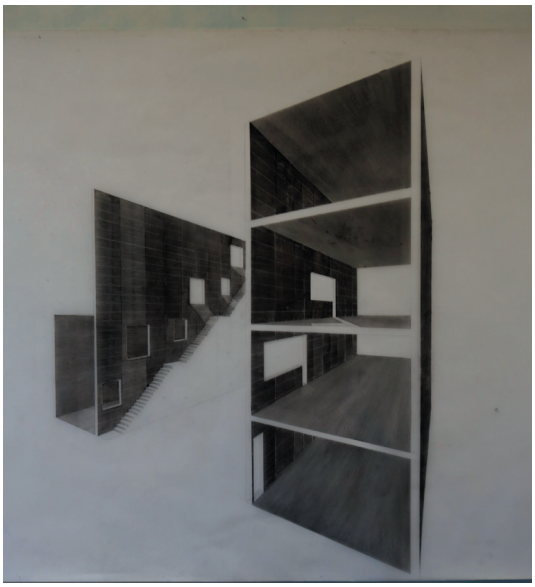
Le mot *dessin* et le mot *disegno* signifient tout à la fois *dessin* et *dessein* et ils se superposent jusqu'au XVIII[e] siècle. Le mot *dessin* vient également de *disegnare* (tracer les contours, former le plan, le projet de). Il prend, en première forme française, *désigner*, puis *se dessiner* veut dire *prendre tournure*, *devenir plus net* (Rey, 1992). Tandis que le mot *dessein* désigne le « projet de faire quelque chose, intention, but que l'on se propose : nourrir de noirs desseins » (Rey, 1992).

Le dessin est en même temps une médiation intérieure et extérieure. Le dessin a pour rôle de fonder une raison, sur base de la nécessité intérieure telle que décrite par Vassily Kandinsky, une subjectivité. Il doit intégrer des idées non spatiales. La forme bâtie elle-même peut être absente totalement, un temps. L'image est soit produite, soit devenue innée et impensée, comme la mémoire musculaire du musicien, soit elle nous est donnée de l'extérieur sur la feuille de papier. Le dessin, avant l'intention, rend présente la chose qui n'existe pas, dont nous n'avons pas connaissance ou dont l'expérience est enfouie dans notre inconscient. Le dessin réalise cette co-naissance de l'*idea* platonicienne et de la chose. Il extrait la chose du champ du divin.

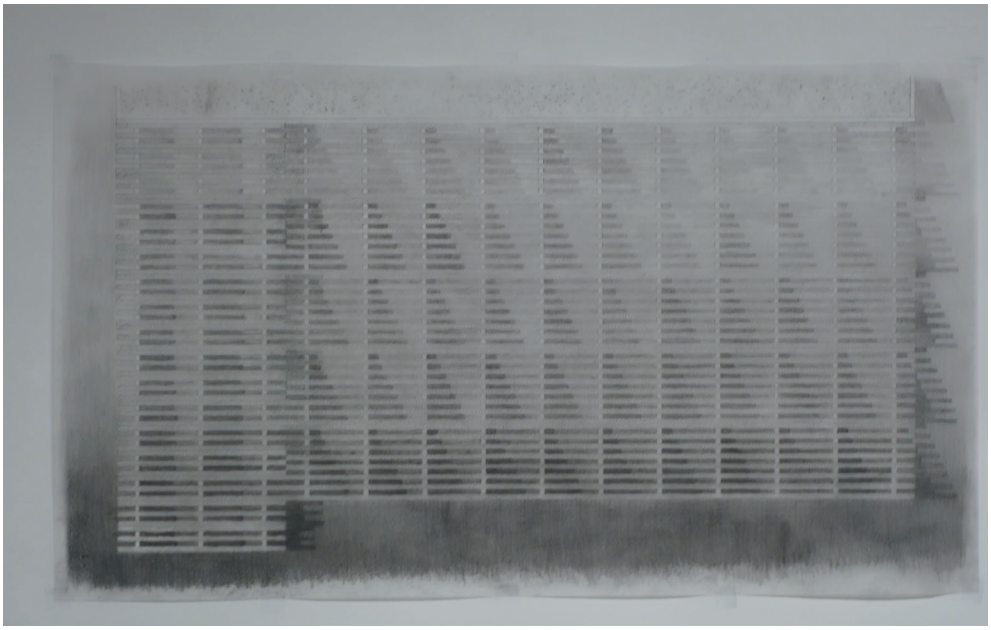
Le dessin qui résiste au modèle numérique est soit inaugural, l'esquisse, soit géométrique, soit manifeste. Il persiste à dire le monde et y insère le projet d'un partage de l'indistinct. Mais l'étendue elle-même a vu sa nature se modifier. Situé par le point d'où tout s'étire, c'est l'espace grec, euclidien. Il déclare les mesures des objets idéaux dans un espace statique, réduit par l'échelle. Ensuite, l'espace devient mathématique, cartésien, avec une origine interchangeable et des objets dépendants de la situation de l'observateur. L'espace devient non divin. Les objets sont transformés par projections orthogonales. Enfin, l'espace est aujourd'hui isotrope et neutre, il reçoit le modèle numérique. Les formes s'y déploient non composées, faites d'éléments simples (Scheer, 2014, p. 64).

Les modes de dessin ont fabriqué des modes de conception des édifices et ont induit leurs fondements ontologiques. La géométrie cartésienne a produit des formes prismatiques liées à la position du regard. Elles ont fait l'objet de modèles dimensionnés et de recueils à transmettre, la stéréotomie en est un exemple. Dans l'espace euclidien, les objets sont générateurs d'espace. Leurs centres deviennent des centres spatiaux, cela permet à la Renaissance et au baroque d'établir les axes du monde pour symboliser l'univers compris comme ayant un seul centre absolu. Au





△ Figure 4. Justine Copin, *Projet de maison pour un artiste*. Travaux d'étudiants ingénieurs-architectes, Faculté LOCI, UCLouvain.



△ Figures 5. Travaux d'étudiants ingénieurs-architectes, Faculté LOCI, UCLouvain.

Moins que la description transmissible des édifices, il s'agit pour le dessin manifeste de dévoiler les dimensions cachées et non énoncées des lieux architecturés. Le rythme et la trame rendent présentes la réalité de la structure habitée et sa qualité de porter les lectures à venir par les habitations.

contraire, l'espace cartésien n'a pas de centre ni aucune position absolue. Il a produit des formes descriptibles par leurs positions relatives aux autres objets.

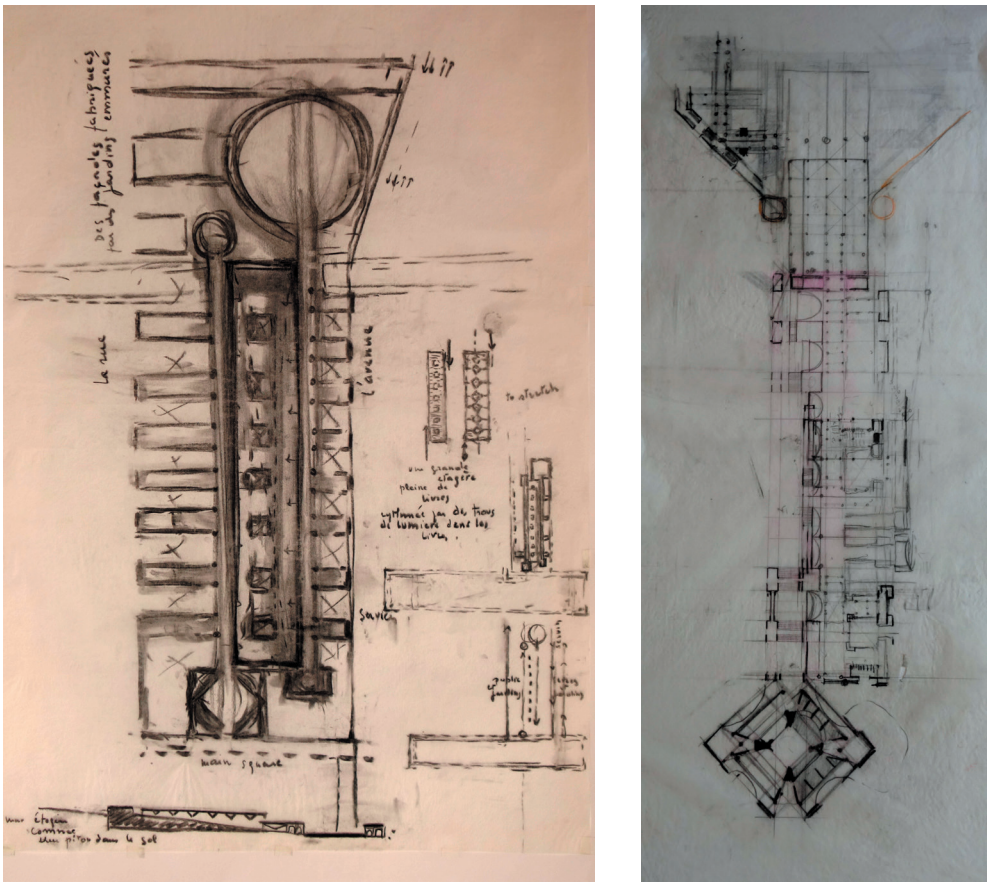
Aujourd'hui, l'axe du point de vue vers l'infini de la Renaissance n'a plus un sens particulier et la conception des bâtiments reflète cette absence de point de vue privilégié. L'espace isotrope numérique produit des formes qui s'étendent dans un espace indifférent et qui trouvent leurs limites dans leurs collisions ou leurs fins brutales avec d'autres.

L'étendue projetée, aujourd'hui, n'est plus ni esthétique, basée sur le grand projet esthétique des formes, mort avec Picasso, ni éthique, avec les dissolutions conjuguées des raisons anthropologiques et de l'expérience sensible des lieux. Le dessin n'a plus l'obligation de matérialiser les dimensions visibles et invisibles des formes habitées, la profondeur ou l'épaisseur énigmatique des choses, selon Maldiney (2000). Il est dispensé de faire émerger l'idée, le sens de l'artefact *dessin* même, ou de ce qu'il rend visible de l'architecture. Le problème vient du fait que le dessin est tiraillé entre la raison pratique et la raison esthétique. L'image rend-elle l'idée visible, intelligible ou en mesure-t-elle la réalité ?

Dans ce propos, prenons en compte trois champs du dessin de l'architecture, le dessin d'émergence des formes, des lieux, celui de leurs mesures et de leurs géométries et celui du manifeste de la fonction de l'architecture dans le projet (et non la fonction d'usage). Écartons ici le dessin descriptif dont les vertus sont la neutralité objective, l'exhaustivité, la multitude et la précision, que nous offre le modèle numérique. Ce dernier et la conception assistée s'affranchissent du support physique, ils restent dans le monde virtuel. Idéalement, dans ce monde, l'édification elle-même devrait rester de l'autre côté du miroir, prise en charge de l'algorithme et des machines.

Le dessin donne en Occident une priorité à la dimension visuelle de l'architecture. La géométrie descriptive a mené la pratique de la composition des éléments par le jeu des projections successives d'un même objet, sa transformation perceptive.

Les dessins physiques, l'esquisse, la mise au point géométrique et le dessin manifeste donnent moins une description du projet que le modèle numérique, tout en en montrant plus de la profondeur des intentions architecturales. Ils



△ Figure 6. Yves Lepère & Joseph Polet Architectes, *Concours pour la Bibliothèque de Téhéran*, Liban, 1972.

Les éléments du projet trouvent leurs raisons au fil des séries de dessins, de leurs superpositions accidentelles. Les traits, les alignements, les axes ont encore une valeur non décidée, ils peuvent être construits ou non. Les formes géométriques sont d'abord contextuelles, elles ne sont pas axiomatiques. À ce moment, l'architecte cherche à ce que quelque chose décide des formes et de leurs positions relatives, de l'extérieur.

mettent en place une éthique première de la pensée en geste. Cette éthique se déploie à mesure qu'avancent les traces. Le dessin porte aussi une acception militante de l'architecture. Il doit ces qualités au maintien du devenir (*poïēsis*) dans l'ouvert des possibles dont il est l'augure et qu'il maintient (Maldiney, 2000). L'idéal serait que l'édifice maintienne au long de son habitation cet ouvert.

Ces possibles sont donc liés physiquement au maintien de l'imprécision, l'imperfection, l'incomplétude qui constituent les vertus du dessin. Celui-ci lie l'acte à une vision philosophique ou même idéologique, qui sous-tend ce qu'il cherche. Il n'illustre rien, pas même l'idée, il met au jour. Ce dernier est la part de résistance de l'ouvert dans la mise à l'œuvre du projet.

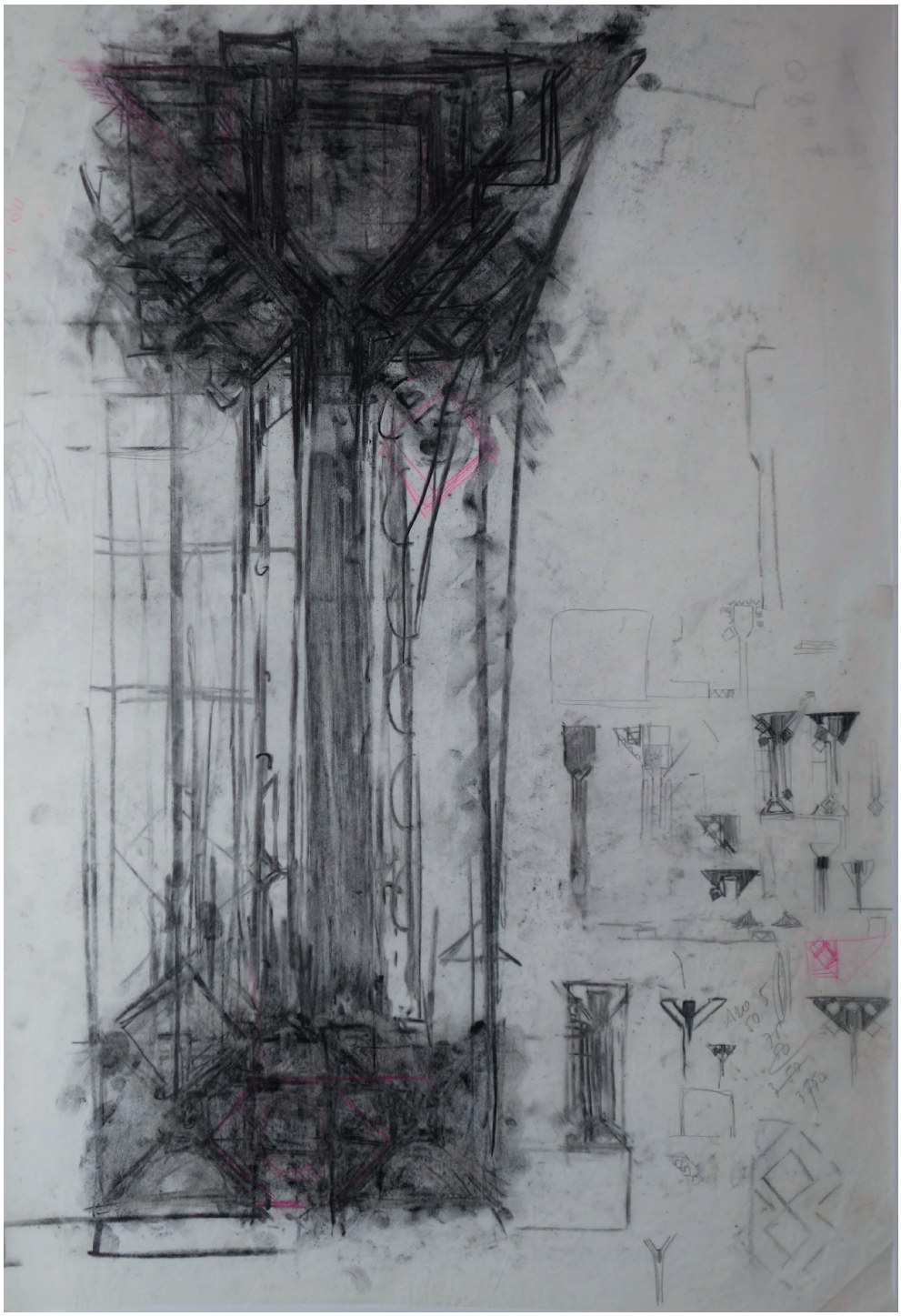
Constitué par la ligne, la trace, autant que la valeur, il maintient une transparence, une in-saturation et, par là, une indécision que l'aplat de la matière virtuelle bouche dans la profondeur.

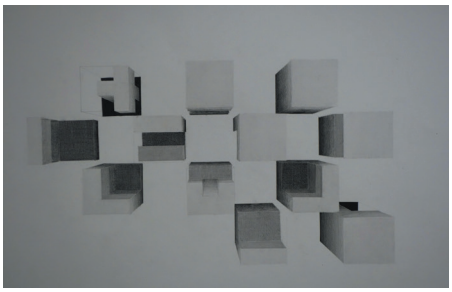
Les profondeurs que les dessins physique et numérique explorent ne sont pas les mêmes, l'une indicible, l'autre informative. S'il est encore dessin, le modèle numérique n'est plus l'inauguration du manifeste de l'idée. Il est l'ensemble opératoire de la mise au point d'une configuration. Il accompagne la définition du projet, tout au long du processus jusqu'à, dans un horizon idéal, l'édification et son usage. Car son projet est bien d'écarter l'erreur, l'approche par approximation, celle de la conception, de la construction, celle même de l'habiter.

Si le dessin, depuis la Renaissance, est voué à disparaître dans l'œuvre et se maintenir dans l'iconographie, le dessin virtuel se maintient par le modèle numérique dans le contrôle, de la conception à la ruine.

Les dessins physiques s'échangent des qualités. Ils nous font voir à neuf ce qui se trame. La mise à distance discontinue de nos gestes et de notre savoir reste une condition de nos imaginaires. Ce qui est façonné par le hasard, l'intention, la matière, le geste et les contraintes, le concept, la parole sont les éléments d'un monde flottant. Les éléments, comme dans le poème, se rencontrent dans le dessin pour la première fois. Ils deviennent ce qu'ils peuvent être. Ils se nomment en s'agrégeant. Le dessin énumère les possibles et les efface.

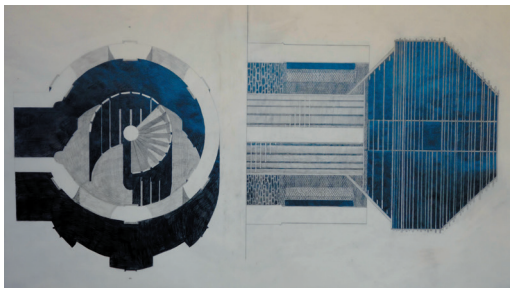
Le fusain offre ces vertus, celles de l'effacement, de l'insistance, de l'imprécision. Il a la capacité d'être trace, trait, fond et nuage qui fait fond intermédiaire entre la trace et le fond. Il étale la présence des choses nouvelles. Le trait est à nouveau reçu, noir, sur les autres, effacés mais toujours présents. Le dessin est sa propre récompense en ce qu'il montre et ce qu'il est, il se charge des possibles. C'est un état particulier de l'esprit. Même dans la facture du dessin, dans la longueur lente, l'esprit profite des moments de





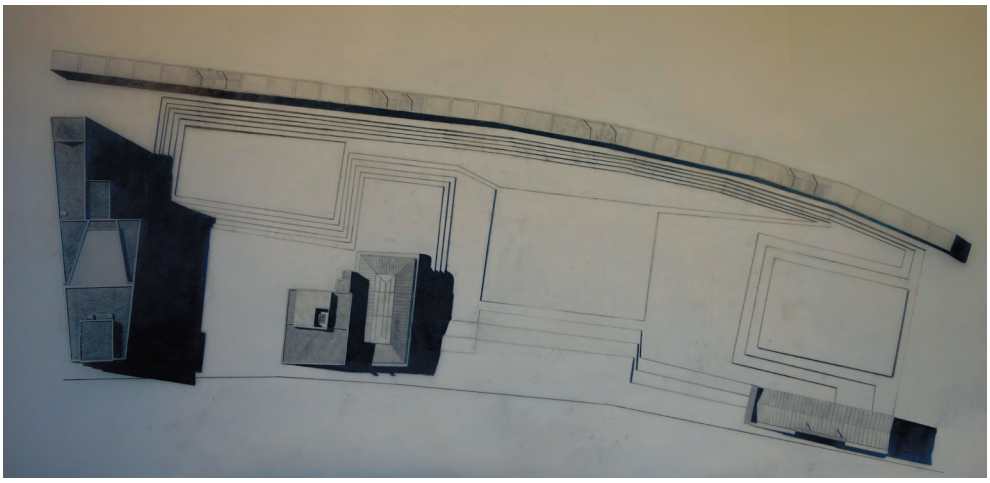
△ Figure 7. Donatienne Carmon, *Projet d'école*. Travaux d'étudiants ingénieurs-architectes, Faculté LOCI, UCLouvain.

Ce que l'on ne voit pas mais que l'on habite de l'architecture. Un dessin manifeste. Les édifices et les vides équivalents, volumes purs, sans détails.



△ Figure 8. Noé Lambin, *Projet de petit théâtre*. Travaux d'étudiants ingénieurs-architectes, Faculté LOCI, UCLouvain.

Les plans géométraux nous font recomposer les qualités complexes, non descriptibles.



△ Figure 9. *Projet de musée des arts à Wiels*. Travaux d'étudiants ingénieurs-architectes, Faculté LOCI, UCLouvain.

Le plan masse manifeste, abstrait le projet par ce qu'il rend présent. En retour, le projet physiquement s'épure. Le dessin, au travers de notre expérience physique, détermine son partage des sols.

◁ Figure 10. Yves Lepère & Joseph Polet Architectes, *Concours pour la Bibliothèque de Téhéran*, Liban, 1972.

Le fusain cherche, s'étale, s'efface sur le sol. Les figures géométriques sont forcées du dehors, elles deviendront pures plus tard, à force de travail. Elles se confirmeront. Les traces s'additionnent en restant présentes, disponibles à se fixer. L'esquisse se charge de possibles dans le dessin réalisé par le corps entier. Il emporte ses expériences anthropologiques et physiques, intellectuelles et sensorielles.

calme et de tumulte. Les décisions et les éclairs de consciences et d'expériences se succèdent.

Le *dessin manifeste* affirme le projet, transmet la force et les fondements de la conception des lieux produits, de leurs structures. Il intègre une iconographie partagée par les enchaînements de l'histoire de l'architecture. Il établit, en fait, un rituel anthropologique, un langage gestuel et formel.

> Les catégories mêmes du langage sont créées par les gestes intentionnels de la main. Les verbes proviennent des mouvements de la main, les noms contiennent les choses, les adverbes et les adjectifs comme les outils manuels modifient le mouvement et les objets. Il faut souligner en particulier la manière dans l'expérience du toucher et de l'appréhension qui donne forme au langage, donne au langage sa force directive. (Amstrong, Stokoe & Wilcox, 1995, p. 78; cité dans Pallasmaa, 2013, p. 33)

La main apprend à user d'un répertoire de gestes avec une conscience qui semble issue d'elle-même. Le dessin semble produire un lien transparent entre l'imagination et la main. Il est la condition basique de notre expérience au réel et donc de notre pensée. Le dessin déploie une architecture déjà habitée. Par la main, le dessin rétablit le corps au cœur de l'expérience de l'imaginaire et rapproche le toucher à la vue dans une expérience au monde. La réalité et les fruits de l'imagination sont aussi vrais l'un que l'autre. L'expérience, la mémoire et l'imagination se superposent qualitativement dans notre conscience. L'architecte n'est pas là pour contingenter l'assemblage possible des éléments physiques que lui offre son domaine technique, il est là pour matérialiser physiquement et corporellement la condition anthropologique de l'homme, nourri des expériences mentales, spatiales et conceptuelles qu'il rassemble.

LE PROJET ARCHITECTURAL

Le projet poursuit un idéal non dit. Il est de plusieurs natures. Le projet réalise les oxymores de la concomitance du tout et de ses parties, de la grande échelle et de la petite échelle, du lointain et du proche. D'un volume simple il en fabrique la complexité sensorielle et technique, le tout au travers des détails physiques et des textures, du poids, entre gravité et

légèreté. Le soin apporté à l'édification d'un bâtiment se maintient dans le temps jusqu'aux habitations successives. Il reste dans la poignée, l'escalier, la vue, la vibration de la lumière, la force des corps, le poids de la porte, le voisinage des matières. Il faut assurer la production d'une proposition métaphysique qui exprime l'univers mental du groupe qui y a présidé et de sa vision du monde. Le projet entrelace les mondes intérieur et extérieur. Il s'avance dans l'incertitude pour en ressortir une certitude momentanée qui doit, de subjective, devenir objective. Le projet est autant conceptuel qu'intellectuel et physique. Les valeurs humaines, existentielles, ne peuvent être prescrites. Elles exigent une éthique autant qu'une pratique. Le projet présuppose l'agrégation idéale, comme expérience du paradigme dans lequel il se déploie. Il assemble les lieux et les murs. Il ménage notre habitation comme rapport au réel. Il aménage le réel en réalité. Il met le réel à distance. Il définit notre voisinage à la nature au sens de ce qui précède tout événement. Il détermine notre in-conscience de ces rapports. À lire Peter Sloterdijk, les réseaux physiques de nos habitations fabriquent les sphères techniques et anthropologiques qui nous protègent de l'effroi face à l'infini que nous avons ouvert (Sloterdijk, 1998).

La société des réseaux d'informations, du disponible, participe au projet de l'architecture à la condition de la maîtrise des lectures, des manipulations et des interprétations sélectives.

Nous avons à lancer des plans de coupes verticaux et horizontaux dans les flux virtuels continus qui nous disséminent. Nous sommes simples, faits de gestes et de pensées simples, et quoi que l'on en pense, discontinus. Le souci des autres est aussi premier que les connaissances ou les expériences que nous partageons dans le projet. Habiter et édifier ne sont pas divertir ou commercer au sens dernier du mot, mais ces actes proposent une expérience existentielle qui nous ouvre et nous déploie au monde, une médiation au réel. Nous habitons par l'impossibilité de nous tenir dans le réel.

Il y a des édifices-monde comme il y a des œuvres-monde : Picasso, de Vinci, Michel Ange, que les groupes humains ont reconnu avant toute exégèse. Il y a des lieux, des édifices, des structures-monde qui emportent l'ensemble des conditions de notre habitation.

Le monde virtuel de l'information nous propose une sphère globale et ultime. Cette sphère ultime nous dispenserait d'exister.

L'imprécision, l'indéfinition. Ce qui n'est pas encore. Le suspens

Nous projetons donc de manière discontinue. De la prise en compte des éléments, nous passons à la prise en charge du tout. De l'originaire aux références, du subjectif transformé en objectif, de la mémoire à l'oubli, des formes simples aux agencements complexes, de la plastique à l'anthropologie, du conscient au non-conscient, nous évoluons dans le projet par le dessin, sans plan préconçu, dans une discontinuité que les flux et l'espace géométrique continus du modèle numérique ne proposent pas. Nous passons du suspens au rassemblement.

Le poète Randall Jarrel (1990, p. 189), cité par Juhani Pallasmaa (2013, p. 78), écrit à propos de la peinture que « l'Univers a été réduit à ce qui se trouve aux deux extrémités du pinceau ».

L'architecte déploie ce qu'il ne qualifie pas encore, avec des choses qu'il ne reconnaît pas encore. Sinon, il produit un assemblage de « relations rationnelles d'éléments apparents de l'architecture ». Or, « il n'y a pas vraiment

△ Figure 11. Régis Ishimwe, *Projet de belvédère*, Citadelle de Namur, Belgique. Travaux d'étudiants ingénieurs-architectes, Faculté LOCI, UCLouvain.

L'ombre est un projet, l'arbre est un projet. Ils rassemblent le belvédère et son site.

d'éléments dans la création puisque les parties ne prennent leur signification qu'à l'intérieur du tout » (Pallasmaa, 2013, p. 142).

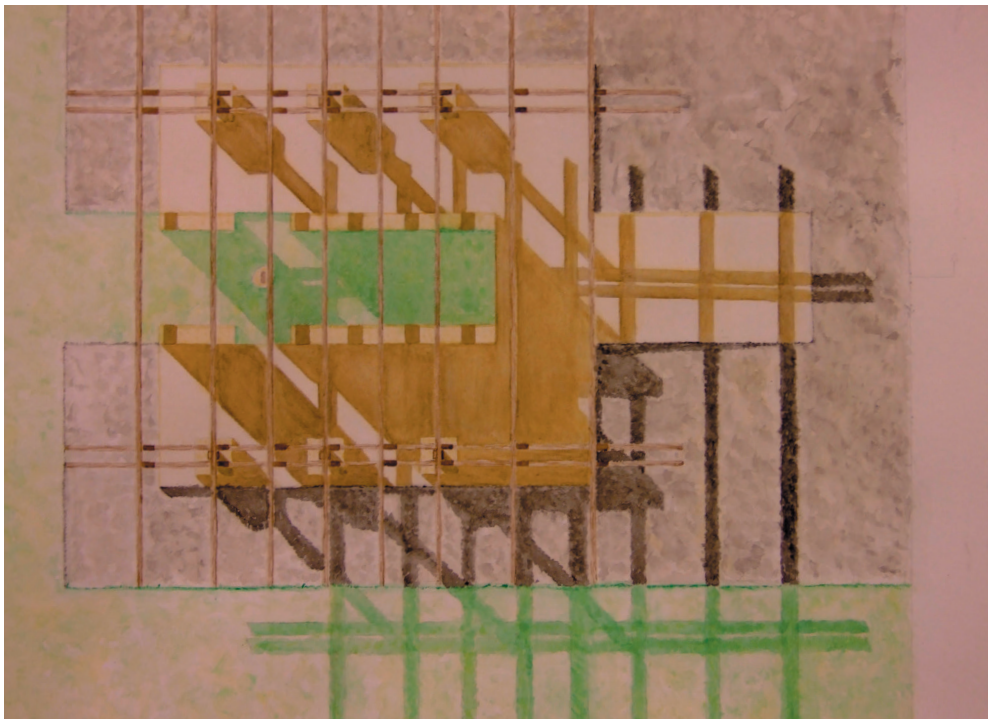
L'intention, la perception, le travail de la main et l'intellect n'existent pas séparément. À un moment, ils se rassemblent pour faire apparaître un tout. De là la difficulté de saisir ce tout. L'interrogation par le dessin opère une assimilation par sélections intermédiaires.

Le modèle informatique nous propose deux extrêmes, le tout continu dans la forme globale qui tend à s'emparer de toutes choses ou, à l'autre extrême, les volumes élémentaires qui se confrontent par collision, à l'image d'une société qui observe se déployer les configurations que ce modèle a générées accidentellement.

Le projet architectural rassemble l'histoire des lieux et des hommes qui nous précèdent et le sentiment de ceux qui nous suivent. Si, dans la confrontation des dessins physiques et numériques, apparaît le basculement, il est bien paradigmatique, puisqu'il bouleverse notre espace mental en même temps que physique. L'espace géométrique virtuel s'empare de notre espace mental pour le rendre univoque et isotrope. L'enjeu est même idéologique puisque nous serions dépossédés de nos doublets existentiaux au profit d'une exigence opératoire et économique qui nous surplombe.

Le modèle numérique compris comme table d'opération qui place les intervenants sur pied d'égalité s'oppose ou dépasse le huis clos entre le projeteur et la trace. Dans le cadre du projet partagé qui est lié volontiers au modèle informatique, les décisions deviendraient le fait du groupe, en réunion ou par phases successives. Et là encore, l'idéal du modèle numérique serait que l'algorithme sélectionne les décisions, les formules même, selon des contraintes multiples performatives. Sans quoi, à toutes fins ultimes, un membre du groupe devrait prendre ces décisions.

Dans une architecture du partage, le problème reste : quel est le processus de décision ? La participation et le partage concrétisés en une architecture d'addition de micro-usages et de microdécisions ont ceci de séduisant qu'ils se déroulent dans le temps, rejoignant ainsi la raison numérique du contrôle temporel de nos établissements toujours en déploiement. Mais nos édifices ont de tout temps eu comme qualité déjà effective d'être réaffectables et de recevoir des usages sans forme ou s'arrangeant des formes. La fascination



△ Figure 12. Élise Woestyn, *Projet de maison pour une sculpture*. Travaux d'étudiants ingénieurs-architectes, Faculté LOCI, UCLouvain.

Le dessin fragile ouvre nos imaginaires conceptuels. Les choses ne sont pas encore définies. Nous ne savons pas ce qu'elles sont. Les matières, les ombres, les épaisseurs aident la décision par approches successives. Les ombres dessinent l'air qui précède la structure.

des ruines vient pour une grande part des usages oubliés et de leur reconstitution mentale dans un avenir rêvé. Donc, pour ériger un ensemble commun, l'assemblage des formes de nos établissements doit être soit diffus dans l'espace et le temps, soit unitaire à un moment, celui du projet.

Le projet est donc lui aussi non linéaire. Mais surtout, dans le projet non assisté par l'algorithme, ce que les choses sont vient en second rang, le langage vient en second rang. Le trait ne dit pas ce qu'il est. Il est en suspens de nos décisions. Même, nous ferons qu'il soit quelque chose en lui assignant une nature. Si l'on se réfère à l'expérience d'approche formelle réalisée par Cécile Chanvillard (2017, p. 54) sur les esquisses de Louis Kahn pour le mémorial aux six millions de juifs, l'œuvre du projet est, en second rang, de

décider ce que les choses sont. Le premier étant de les tracer sans les nommer. Sans connaître leurs raisons ni leurs qualités, si ce n'est de se toucher, de s'aligner et de former. Alignements, mesures, dénivellations, lignes de partage, axes discrets, plis, murs... Les expériences sensorielles des volumes et des vides que nous habitons nous permettent de déployer, au travail du dessin, les choses qui font nos habitations. Le projet tente de maintenir le plus longtemps cette indéfinition. Une chose peut changer de nature, de qualités, de dimensions, de position à la faveur des tensions nées des superpositions ou de séries de lectures successives.

Le modèle numérique par contre catalogue les éléments à assembler, y compris leurs performances. Nous sélectionnons ce qui est déjà précisé sans nous laisser indécis.

Le projet traverse l'architecte comme une expérience vécue, pas seulement comme une simple objectivation. C'est même le monde vécu qui le traverse. Nous avons l'intuition que l'indétermination et l'inachevé, l'incomplétude et l'imperfection des formes produites, leurs articulations, les bords qui séparent le lieu de l'étendue constituent les vertus invariantes de l'habiter dessiné ou édifié. La capacité que le mur a de se déployer, au-delà de ses nus visibles, dans le lieu, au passage de nos corps physiques constitue le recueil de notre habitation.

L'esquisse et la mise en géométrie sont une construction mimétique de lignes, de formes, de valeurs qui visent à établir l'agglomération des parties en un tout. Le croquis appartient au monde physique. La main, l'imprécision, son itération vont vers la définition des raisons de l'agrégation des parties.

Le modèle numérique appartient à un monde de diffractions mathématiques, comme une construction toujours déjà médiatisée. Les formes sont sans échelle, non situées. Il opère une fragmentation par éléments disponibles, en même temps que des continuités, sur les plans formels comme performatifs. Les problèmes, les intervenants, mais aussi les solutions ont la même valeur relative.

Le dessin de projétation agit par itérations successives, par superpositions de mises en relation. L'hétérogénéité des lectures permet d'en ressortir les contradictions, les dissensions qui visent à la saisie du réel.

« Ce que j'entends par dissensus, ce n'est pas le conflit des idées ou des sentiments. C'est le conflit de plusieurs régimes de sensorialités » (Rancière, 2015, pp. 62 et 66). « Organiser et favoriser les contradictions. Pour le concepteur, cela signifie privilégier l'usage de dispositifs hétérogènes – physiques, numériques, sensibles, logiques, narratifs… – qui activent des régimes de représentations contradictoires » (Estevez, 2015, p. 53).

Il s'agit bien de produire des ruptures d'approches, et non une cohérence globale descriptive. Elles sont les objets de nos attentions et non de nos intentions. Gombrich voyait dans l'incomplétude et la non-saturation du dessin la place laissée à l'imaginaire et à l'interprétation des ensembles de traces du dessin. Saturer rendrait physiquement indisposé par le manque de prise par notre imagination (Gombrich, 1960).

L'incertitude préserve la curiosité, qu'il s'agisse d'un projet mené individuellement ou collectivement. L'indécision doit se poursuivre le plus longtemps possible, elle met en place les microsdécisions objectivant les configurations. Elles permettent aussi d'intégrer les dimensions culturelles et anthropologiques de manière impensée. Chaque habitant, chaque promeneur projette le lieu.

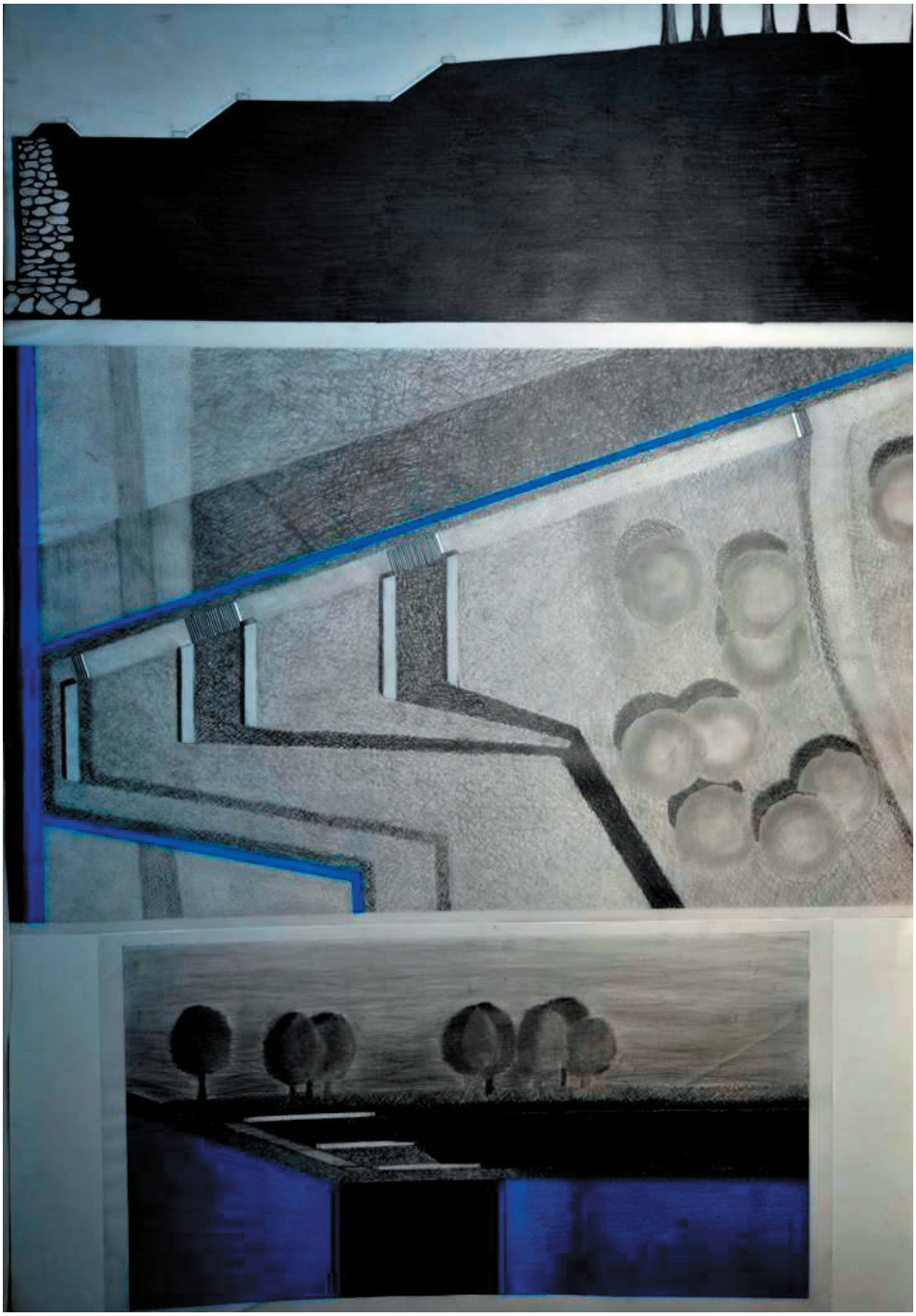
Le virtuel — le réel

Aujourd'hui, les nuages des flux d'informations eux-mêmes donnent la mesure de la complexité du monde. Ils lui donnent formes. Ils sont nos médiateurs au monde qui monde maintenant hors de notre contrôle (pour paraphraser Martin Heidegger). Nous lâchons la prise de cette complexité. Ce n'est pas exactement neuf, Georges Steiner disait de Goethe qu'il était le dernier humain à embrasser la totalité du monde. L'organisation du monde moderne s'est acquittée de la tâche.

En français, le mot *réel* recouvre deux significations à l'origine distinctes. Le réel est d'abord le donné, l'actuel, par opposition au virtuel, au simple possible, à l'idéal (Auroux, 1990, p. 2196). Le réel est ensuite ce qui précède toute chose, tout événement. C'est la Nature non encore vue. Il est

▷ Figure 13. *Projet de Belvédère*, Citadelle de Namur, Belgique. Travaux d'étudiants ingénieurs-architectes, Faculté LOCI, UCLouvain.

Le dessin manifeste le poids de la citadelle qui reçoit une chose ténue, un belvédère.



l'impossible à parcourir. C'est ce que Francis Ponge aspirait à arpenter dans « La fabrique du pré », « La figue de parole », « Le verre d'eau »...

Dans la scolastique, le mot *virtuel* vient du latin *virtualis*. Jusqu'au XVII^e^ siècle, le terme désigne ce qui est en puissance, par opposition à ce qui est en acte. Tout comme la vertu (*virtus*) est une certaine perfection dans une puissance à l'égard de l'agir (Saint Thomas, *Somme théologique*), le virtuel est une puissance qui possède un degré de perfection suffisant pour passer à l'acte (Auroux, 1990, p. 2745).

Il nous faut remettre le modèle virtuel dans la continuité de l'aventure anthropologique.

Voici une entrée étonnante parce qu'elle conduit directement au sujet qui nous occupe. C'est bien ce que nous cherchons à mesurer tant du côté de l'algorithme que de la trace physique des dessins, le degré de perfection, mais donc d'imperfection, qui permettrait de les mettre en actes dans le réel, fabricant une réalité. Le virtuel est ce qui n'a pas encore d'existence, mais aussi ce qui contient la vertu de la précision. Il est en puissance, il peut ou non être produit. Il s'oppose à l'acte, il le prépare, le prédit. Le monde numérique installe la possibilité de passer à l'acte comme le développe Gérard Guest (Auroux, 1990, p. 2112).

Donc, le dessin physique serait virtuel lui aussi. Mais nous pourrions maintenir que le dessin physique est toujours déjà en acte, il met l'habitation et la lecture du monde en tension, le dessin numérique pose un terme à l'action, il entérine l'état des choses, il les ferme.

L'expression *espace virtuel* se dit aujourd'hui aussi des flux d'informations qui peuvent être transmis par les réseaux, par un algorithme qui assemble les éléments selon une logique voilée et générique. Cet espace, unique et multiple, objectif et infiniment subjectif, parce qu'il rassemble banques de données, imageries, modélisations et réseaux, est bien plus vaste, dans nos esprits, que celui du réel qui nous entoure, il est sans bord, il est sphérique. Le réel devient finalement virtuel une fois qu'il est hors de portée de notre regard, de notre souci. Aussi, l'individu qui habite le lieu dans la réalité se dissémine, se distend au travers de l'espace virtuel par l'intermédiaire des réseaux d'informations. Le modèle lui aussi se dissémine, à moins qu'il se rassemble sous forme d'un flux structuré, un modèle numérique

d'informations. Les liens que nous avons aux autres et aux choses sont eux aussi en puissance susceptibles de se réaliser. Le virtuel ne s'opposerait donc pas au réel de par son état de puissance, il l'étend en une réalité mixte (Lévy, 1995).

Et elle nous élargit par parties, virtuellement. Nous sommes *augmentés* par le monde numérique qui nous épaissit des informations brutes, en masse, qui troublent les existentiaux de notre habitation au monde. Mais tout est-il vraiment possible à partir du moment où l'algorithme et le chiffre définissent la gestion des informations ? Ils font appel à cette vertu, la précision mais qui, nous l'oublions, reste statistique. Si l'étendue infinie de l'espace virtuel nous offre une liberté conceptuelle, les interfaces de médiation qui nous sont indispensables sont hors de notre maîtrise. La lecture même du flux d'informations n'est plus dans notre champ de maîtrise. Nous sommes diminués de cette capacité sélective.

Il nous est possible de vivre la médiation au monde réel d'un autre que nous-mêmes. Et, selon Lévy, il y a la constitution d'un accord collectif et d'une communauté physique qui remplace les actions symboliques et anthropologiques. Fait d'ubiquité, notre corps est hybride et mondialisé. Une fois que la médiation entre le monde virtuel et notre cortex cérébral sera réalisée, nous serons mondialisés, nous serons parties des réseaux de la planète (Lévy, 1995).

Nous ferons partie de ces sphères, dont parle Sloterdijk, fondus et protégés par les réseaux. La différence, c'est que nous aurons toujours besoin d'une énergie extérieure à la nôtre pour maintenir la virtualisation de nos corps.

La mobilité sociale fera de l'habitation une mutation continuelle. Le projet de l'habitation sera déterritorialisé. Ce qui disparaît, c'est l'ensemble des idées fondatrices et immuables du monde habité. Le projet se rapprochera de l'instabilité de l'habitation toujours sous un contrôle qui cherche ses raisons. L'interprétation naîtra des associations momentanées et accidentelles qui se multiplieront à l'infini. La virtualité du modèle informatique exige de nous une intelligence agissante. Le modèle informatique, qu'il matérialise les structures architecturées ou qu'il multiplie les lectures du territoire de la ville, a-t-il cette vertu de la sélection, de la lecture structurée de synchronique à diachronique des données ? Quelle est la nature du temps dans une réalité augmentée du virtuel ?

Le langage permet de virtualiser le présent. Il permet d'ajouter à l'expérience directe, la mémoire, le souvenir et l'imagination de ce qui est en puissance. Le langage plastique, le langage de l'architecture procèdent de même. Il s'agit donc d'observer si le modèle informatique en architecture produit suffisamment de subtilité pour enrichir un lieu, un langage spatial, une altérité.

Le dessin permet d'objectiver des concepts, des conformations géométriques qui sont d'abord subjectives. Elles peuvent par-là être partagées sur un mode anthropologique commun en même temps qu'individué. C'est-à-dire que ces conformations géométriques peuvent habiter différemment chacun. Les concepts qui y sont liés peuvent être transmis d'une intelligence à l'autre, d'une lecture à l'autre. Le monde physique, sensible, effectue une symbolisation de l'habiter au travers de sa précipitation en volumes, en épaisseurs et en lieux. L'enjeu au final est de savoir si l'algorithme produisant le modèle virtuel est une complexification du langage et permet de faire trou dans le communément admis, comme le dirait Pierre Marchal[4].

Les modèles algorithmiques n'ont pas la propriété de création, de formalisation *ex nihilo* ou de matérialisation de dispositions physiques, non connues, à partir de concepts abstraits, non connus eux aussi, mais surtout non articulés en discours *a priori*. Ils se fondent sur – ce qui nous semble pouvoir être un autre mode de création – des routines qui multiplient les éléments de même nature. L'hétérogénéité n'est pas le propre des systèmes du monde dans lequel ils se déploient. Ou alors, elle est neutre, à égale valeur que l'homogénéité. Ces systèmes produisent-ils une intelligence collective qui serait susceptible d'engager un processus autopoïétique, en production continue ?

Peut-on dire que l'enchaînement classique de la projétation par le dessin physique – esquisse, mise au point, transmission, manifeste – serait le dernier avatar du grand projet formel sensible du XX^e^ siècle ? Ou que le projeteur qui extrait du magma des traces, par approximations successives, la juste position des choses, des proportions et alignements, n'est plus l'acteur de l'événement du déploiement des formes ? Ajoutant qu'il ne serait plus le dépositaire du contrôle de la traduction de l'habiter en adéquation aux formes déployées. Ou bien son office se déplace-t-il dans la géographie du

4 Pierre Marchal est philosophe, psychanalyste et professeur émérite de l'UCLouvain.

projet de l'architecturation pour devenir celui qui rassemble les avis des protagonistes et les objets des bibliothèques virtuelles ? Soulignons que l'architecturation doit recouvrir non seulement les champs manipulés par le modèle virtuel mais, à notre sens, bien plus les dimensions anthropologiques de la fabrique du lieu, même si toutes ne sont pas physiquement visibles au travers du dessin qui la mène.

C'est bien le carré formé par les habitants, l'architecte, l'architecturation, les rituels d'instauration du lieu habité, qui se déforme. L'architecte partage son rôle avec les autres termes du carré, le rituel même de l'instauration du lieu à habiter se modifie.

Et le modèle numérique, à la condition qu'il rassemble les sommets du carré, devrait permettre d'installer le lieu et le temps du rituel. Donc, c'est un partage nouveau du projet qui nous est promis en même temps qu'une démultiplication des adhérences et des participations. Un projet sans sommet, circulaire.

La forme, médiation, recueil de l'habiter

Du latin *forma,* ce mot traduit les termes grecs d'*eidos*, *morphè* et *ousia*. La forme n'est pas l'apparence externe des choses, c'est un principe qui détermine la matière et en fait une essence déterminée. La forme substantielle qui détermine l'essence d'une matière est opposée à la forme accidentelle qui donne à une chose déjà existante une détermination supplémentaire, sans en changer la nature.

La lenteur des glissements paradigmatiques a permis aux cultures architecturales de se constituer, pour l'essentiel finalement, en une matérialisation par la forme.

« La reconnaissance du rôle de la forme est une étape essentielle de la constitution de la raison… où commence la réflexion de la raison sur elle-même » (Jacob, 1989, p. 475).

Donc, à déléguer la production des formes aux algorithmes, nous leur abandonnons une part du déploiement de notre raison. Le lien forme-matière n'est plus évident dans le modèle numérique.

Les formes assurent les continuités et discontinuités des hommes entre eux ainsi qu'avec leur environnement, non seulement au travers du corps physique, mais aussi de leurs rapports sociaux et de leurs rituels symboliques.

Les formes géométriques se meuvent aisément au-dessus de la frontière entre le visible et l'invisible, entre le corporel et incorporel, entre l'absolu et le contingent, entre l'idéal visé et le réel.

La modélisation numérique et informative du monde modifie-t-elle les qualités des formes de l'habiter ? Est-ce seulement une question sans objet ? Elles évoluent sans que l'on ait à s'en soucier. Ou devons-nous tenir pour acquis les existentiaux de l'humain habitant et parlant ? Ces glissements nous restent voilés car trop proches et dans l'urgence.

Un indice, les formes *géodésiques*[5], progressives et variables, ont toujours fait l'objet de recherches, mais visant la forme unitaire, donc pas tout à fait infiniment variables, ce que nous propose l'algorithme. Si l'on suit les discours ambiants, le modèle numérique génère des structures et des formes complexes par les algorithmes. Elles sont matérialisées par la diffusion des forces dans une géométrie continue de la matière. L'architecture née du modèle numérique dépasserait l'assemblage savant des pans, des plans et des franchissements. Les composantes verticales et horizontales ne sont plus des invariants. La performance est possible, donc, elle doit être accomplie, particulièrement pour les édifices manifestes du nouveau paradigme. L'habiter au quotidien, par inertie, se maintient dans le registre de l'orthogonalité, donc des assemblages, épaulé par la gestion par les algorithmes.

Les décisions leur sont déléguées, les formes de l'habiter aussi, mais non leur instauration. L'événement anthropologique serait l'œuvre de la matière après avoir été celle de la forme au premier rang.

Le brutalisme numérique : la performance du design

Dans le dessin physique, les formes atteignent leur position par polissage. Les volumes, leurs proportions, l'espace ouvert auquel ils donnent lieu, les alignements, les murs, les piliers, les colonnes acquièrent leur tenue par leur

5 Comme les dômes mappés, les formes globales non géométriques, etc.

position, leurs relations, dans le temps et l'espace, non par leurs performances mécaniques.

Le design par l'algorithme permet-il cette mise en place lente des choses vers un projet qui nous dépasse au final ? Le projet BIM nous dépasse aussi, mais par addition infinie et parce que ses moteurs de décisions sont ailleurs. L'architecturation par modèle BIM consiste en le plus petit commun dénominateur d'un ensemble d'informations qui génère les formes. Le brutalisme remplace la culture formelle. Le BIM propose prioritairement deux catégories d'objets, les nappes continues et les familles d'objets paramétrables souvent orthogonaux. Leur nombre est infini. Ils font l'objet de manipulations et de voisinages simples. La quantité remplace l'unicité des éléments de l'architecture. Cette multiplication favorise le brutalisme. Les dessins, mais donc les édifices, ne sont plus frontaux. Ils ne sont plus définissables par leur position. Les points remarquables qui déterminent leur forme à transmettre sont multipliés à l'infini. L'édifice, assimilé au modèle, doit être édifié par le même algorithme. Les projections peuvent aujourd'hui décrire une bien plus grande variété de formes, mais ne sont pas transmissibles par le dessin en deux dimensions. Ce qui peut apparaître comme dispositifs articulés par le projet peut être une convention déguisée. Les conventions peuvent servir de fonction idéologique cachant leur caractère arbitraire. Suite aux préciosités formelles du postmodernisme, un nouveau brutalisme affirme la *puissance* métaphorique que la forme intègre dans sa structure et sa fonction. Mais la forme structurelle ne reste-t-elle pas toujours encore en puissance au sens de non-action, une fois édifiée ? La matière étant dépassée et remplacée par le calcul, elle ne rentre plus en ordre utile dans la matérialisation de la structure. La matière à édifier ne veut plus rien, pour paraphraser Louis Kahn.

Un néobrutalisme apparaît et il est idéologique, comme les précédents. Celui des années 1920, lié au modernisme, et le brutalisme d'après-guerre, sur fond d'urgence sociale, ont, au final, incarné la perte du souci de la mise en œuvre de la matière par la main des hommes, pour les hommes, condition pour recueillir l'habitation. Mais ils portaient une utopie par nécessité historique, la mutation sociale et la sortie de la guerre. Ils ont laissé le champ au postmodernisme qui tentait de réincarner ce qui était perdu, par la sophistication d'une architecture narrative *illustrant* son nouveau statut de langage.

Le néobrutalisme numérique est-il aujourd'hui éthique ou esthétique ? Ou est-il instrumental ? Instaure-t-il le lieu ? Le modèle numérique porte aujourd'hui une dimension idéologique, celle de l'économie de marché mondialisée, triomphante. Les formes brutes édifient des symboles, ou plutôt des sigles hors dimensions, c'est la victoire espérée sur la contingence et la logique des dimensions de la matière par le calcul des formes complexes. Les algorithmes se sont emparés du commerce entre les groupes humains. Ils s'emparent aussi de l'édification des signes.

Le brutalisme n'est plus en colère. Le modèle numérique, né pour résoudre l'inconstructibilité du déconstructivisme, use du bois, de l'ornement, des sections variables pour adoucir la présence des formes géantes. Mais il peine à dire le soin apporté à l'habitation par la manufacture de la matière.

Si le dessin a séparé la conception de la construction, la simulation tend à les confondre. Plus, la simulation est apparue pour vérifier la performance de l'édifice que l'on ne peut plus décrire. Une représentation consistait en la séparation entre le signe et la réalité auquel il se réfère, le modèle informatique, diachronique, est annoncé équivalent à la réalité. Et l'interprétation ne joue aucun rôle dans la compréhension de la simulation. En fait, la simulation nous donne l'illusion d'un contrôle absolu de toutes les dimensions de l'édifice. La forme est une performance parmi d'autres, sans plus de priorité par rapport à une autre. Les logiciels de type dessin numérique n'ont pas modifié les pratiques des architectes, le dessin physique faisait encore son office. Les représentations numériques de l'architecture rejoignent la société et la culture de la communication, de l'image. L'image et la simulation ne se mesurent plus qu'à une qualité : le réalisme.

Une culture nouvelle de la réalité, comprise comme un écosystème social, politique, se fondera peut-être sur d'autres médiations que celle d'un corpus de formes ou de leur production. C'est peut-être une désynchronisation des processus de mutation des médiations et des structures à habiter qui rend floues les perspectives vers lesquelles nous nous dirigeons. Apparaît peut-être une société qui espère un partage collaboratif, épaulé par les algorithmes, pour résister aux complexités qui l'assaillent.

L'urgence de penser nos rapports à une nature que nous fuyons, plus qu'elle nous fuit, nous fait réviser notre médiation au monde.

L'architecture reste une pensée anthropologique de notre être sur Terre. Cette pensée se déploie physiquement, à partir de nos corps et de nos esprits, sans devoir être énoncée ou même expliquée. *Le moment où nous ne sommes plus qu'une seule chose*.

FICTIONS

Le corpus des éléments à disposition de l'architecte est constitué d'autant d'images à assembler qui déterminent la fiction de l'habitation. Nous n'instaurons plus notre habitation, nous l'assemblons. Le grand catalogue du monde des objets et des images géré par le BIM nous décide..

La fiction est ce que nous constituons au départ du réel et non ce qui nous précède. Il y a, pour suivre Pallasmaa, un excès de fiction préalable déjà fermée. Le nombre infini des choses et de leurs assemblages n'est pas une condition suffisante pour épaissir notre lien au monde par nos imaginaires des formes. Il nous sature. Les objets, éléments de l'architecture, sont neutres, leurs raisons pauvres.

L'architecture selon le BIM semble aujourd'hui nous mener à distance du réel et de nous-mêmes. Le confort gomme les tensions entre les extrémités de nos existences, le calme et l'état de crise, l'équilibre et le déséquilibre, le manque et la complétude, la mélancolie et la joie. Chaque doublet, différent à chaque instant pour chacun, est une condition de nos imaginaires, de nos récits. Les fictions fabriquent notre réalité, aussi premièrement que nos actions physiques sur la réalité.

Au final, des groupes humains habitent toujours des lieux constitués. Humains, choses et lieux doivent s'excéder, pour faire l'habitation. Mais même cela n'est-il pas en mutation ? Nous habitons la continuité d'échelles, fictive, celle de la planète jusqu'à celle de nos mains, que nous ménage Google. L'architecture sort d'elle-même en tant que discipline close pour être instantanément collaborative. Elle deviendra peut-être une dynamique de réorganisations instantanées. Les algorithmes en assureront l'architecture virtuelle. C'est bien les lieux de l'architecture qui sont modifiés. La réalité peut-elle être mixte comme le dit Pierre Lévy, c'est-à-dire physique

augmentée du virtuel ? Il est bien encore question d'un combat éthique et politique plus que d'une vision opératoire de nos sociétés.

ÉTAT DES CHOSES

Optimistes, nous pouvons dire que, en même temps que la numérisation, naît le paradigme d'une société collaborative avec, au centre, le projet d'habiter une réalité mixte, autour des liens sociaux élargis. Au pire, nous inversons le paradigme naissant en substituant, au centre, le signe, le contrôle, l'opérationnel, à l'homme, à ses imprécisions et ses possibles.

Est-ce à dire que la période structuraliste[6] de l'organisation de la société ne serait qu'un intermède qui aurait transposé philosophiquement l'impossibilité de prendre en compte la complexité du monde, des actions humaines et de l'édification collective de nos établissements ?

Ou alors, le structuralisme est une manière de penser, d'agir, de décider par strates, il est en soi un être au monde qui ne vise pas l'épuisement par sa maîtrise. Il userait du monde virtuel avec cette conscience sélective.

Que nous laisse le doublet réel/virtuel ? Où se déplacent nos incertitudes ? Quelles sont les mutations de nos existentiaux ? Ce sont les questions dont les réponses nous réimplantent ontologiquement dans la géographie de l'habiter.

Peut-on agir en toute conscience du paradigme dans lequel on se meut ? Un recul est nécessaire pour permettre d'éclaircir les surcharges instrumentales et d'éviter les apories. Un effort de clairvoyance est de tout temps indispensable au mieux de notre champ de vision. Maintenir ce qui se maintient au fond de l'architecture, maintenir le temps accordé au projet de l'habiter, aux raisons qui le fondent, sont des postures qui restent des invariants de la discipline de l'architecture. Une géographie ontologique et anthropologique doit être retracée pour nous situer dans cette entreprise. Où se tiennent les incertitudes, les imprécisions et les itérations, l'ouvert du

6 C'est-à-dire la période 1950-1970 où la pensée structuraliste a conduit de larges pans des travaux en recherche sociale.

lieu, notre faculté d'exister ? L'extériorité de nos décisions dans le partage de l'étendue ?

De toutes les manières, la raison humaine ne peut embrasser les flux d'informations numériques, comme elle ne pouvait cerner la complexité du monde. Comme les algorithmes ne peuvent encore moins, à en croire les mathématiciens eux-mêmes, épuiser le réel, les discontinuités de nos médiations au réel et à la réalité se maintiendront.

LES INSTRUMENTS

Il faudra dépasser le positivisme lié à l'outil informatique pour en découvrir les dimensions ontologique et anthropologique, en fait la réalité qui peut en émerger. Sans doute aussi ce positivisme est-il accompagné par celui que nous développons vis-à-vis des matières manufacturées et des comportements humains individuels et collectifs. On peut douter de la fin de l'ère du doute, même si tout semble pouvoir être mathématisé. Lorsque les statistiques tentent de remplacer le doute.

Les architectures ont toujours concrétisé les rapports humains dans leurs formes et leurs structures. L'ère informatique en accélère les émergences.

La difficulté sera-t-elle de fixer ces premières, les identifier ou bien de consacrer leurs obsolescences comme modèles du paradigme ?

Le monde numérique, tant qu'il reste extérieur à nos desseins, prolonge l'ère du soupçon, comme il se doit.

RÉFÉRENCES

Amstrong, D. F., Stokoe, W. C. et Wilcox, S. E. (1995). *Gesture and the nature of language*. Cambridge UK, Cambridge University Press.

Auroux, S. (dir.) (1990). *Les notions philosophiques*, vol. 2. A. Jacob (dir.), *Encyclopédie philosophique universelle*. Paris, Presses universitaires de France.

Chanvillard, C. (2017). « Dans le souci d'une anthroposophie de la trace ». C. Chanvillard, P. Cloquette, R. Pleitinx et J. Stillemans (dir.), *Tours et détours : pour une théorie de l'architecture*. Louvain-la-Neuve, Presses universitaires de Louvain.

Estevez, D. (2015). *Conception non formelle en architecture : expériences d'apprentissage et pratiques de conception*. Paris, L'Harmattan.

Gombrich, E. H. (1987 [1960]). *L'art et l'illusion : psychologie de la représentation picturale*. Trad. G. Durand [*A Study in the Psychology of Pictorial Representation*]. Paris, Gallimard.

Jacob, A. (dir.) (1989). *L'univers philosophique*, vol. 1. A. Jacob (dir.), *Encyclopédie philosophique universelle*. Paris, Presses universitaires de France.

Jarrel, R. (1990). « Against Abstract Expressionism ». J. D. McClatchy (éd.), *Poets and Painters*. Berkeley, University of California.

Lévy, P. (1995). « Sur les chemins du virtuel ». Site de la Fondation littéraire Fleur de Lys à Québec. [En ligne, http://hypermedia.univ-paris8.fr/pierre/virtuel/virt10.htm].

Maldiney, H. (2000). *Ouvrir le rien : l'art nu*. Paris, Encre marine.

Pallasmaa, J. (2013). *La main qui pense*. Arles, Actes Sud.

Scheer, D. R. (2014). *The Death of Drawing: Architecture in the Age of Simulation*. New York, Routledge.

Sloterdijk, P. (1998). *Bulles : Sphères 1*. Paris, Pauvert.

Ranciere, J. (2008). « Les paradoxes de l'art politique ». J. Rancière, *Le spectateur émancipé*. Paris, La Fabrique (hors collection), pp. 62-66.

Rey, A. (dir.) (1992). *Le Robert : dictionnaire historique de la langue française*. Paris, Le Robert-SEJER.

Rilke, R. M. (1997 [1923]). *Les Élégies de Duino*. Paris, Gallimard (La Pléiade).

#12

LA PORTÉE DE L'EMPATHIE EN ARCHITECTURE : DU PROCESSUS DE CONCEPTION ARCHITECTURALE À L'EXPÉRIENCE DE L'USAGER, ET RETOUR

Anne Tüscher

D'un point de vue philosophique et cognitif, cet article passe en revue les différents niveaux pour lesquels le phénomène de l'empathie (qui échappe à toute modélisation numérique) est particulièrement présent dans la conception et l'expérience architecturales. Après avoir discuté cinq types de compréhension perceptive basée sur l'objet, qui impliquent tous plus ou moins l'imagination, et posé la question de savoir si l'un (ou plusieurs) d'entre eux s'apparente(nt) au processus empathique, la pertinence de ces exemples pour l'architecture est examinée. L'article conclut sur les relations qu'entretiennent l'empathie et la raison en soutenant que si le raisonnement déductif est bien codifiable et par conséquent numérisable, le raisonnement inductif (auquel l'empathie s'apparente) ne l'est pas, ce qui garantit pour longtemps encore à l'architecte une place privilégiée par rapport aux machines.

ANNE TÜSCHER

Architecte et docteure en sciences cognitives (spécialité philosophie), Anne Tüscher est maître de conférences à l'École nationale supérieure d'architecture de Paris La Villette (ENSAPLV) et chercheuse au Laboratoire de modélisation pour l'assistance à l'activité cognitive de la conception (MAACC), UMR CNRS MAP 3495.

POURQUOI L'EMPATHIE EN ARCHITECTURE ?

La simulation de la réalité physique est depuis longtemps une préoccupation de l'architecte. L'évolution récente de la modélisation en architecture, due essentiellement à l'amélioration des technologies numériques, semble rendre ces simulations de plus en plus satisfaisantes du point de vue de l'anticipation tant de la performance du bâtiment que de son aspect, pour l'essentiel visuel, grâce à l'utilisation de la réalité virtuelle. Néanmoins, beaucoup d'architectes reconnaissent que la spatialité du monde vécu est une spatialité capturée non pas par des mesures géométriques mais par des contextes d'usages. Une des questions qui se posent est de savoir s'il est possible de modéliser l'effet qu'un espace architectural aura sur ses usagers. Les enquêtes sociologiques, les études psychologiques ou même, plus récemment, les expériences neuroscientifiques nous en montrent toute la difficulté. Ainsi, il apparaît que l'acte de conception en architecture nécessite un processus d'internalisation d'espaces imaginés dans le corps même de l'architecte. La simulation mentale, et en particulier le processus empathique, semble alors être un outil majeur à disposition de l'architecte concepteur pour anticiper l'expérience du bâtiment qu'en aura le futur usager, le cerveau du premier agissant comme modèle du cerveau du second.

L'ORIGINE PHILOSOPHIQUE DU CONCEPT D'EMPATHIE

Pour les romantiques allemands, l'empathie (qui vient du verbe *einfühlen*, littéralement *ressentir dans*) est une source générale de connaissance. À la fin du XIX^e^ siècle, l'empathie est considérée comme une catégorie importante de l'esthétique philosophique. Heinrich Wölfflin (1886) s'est appliqué à montrer notamment comment l'observation de formes architecturales spécifiques engage des réponses corporelles de la part de l'observateur. Theodor Lipps (1903) conçoit l'empathie comme un phénomène psychologique de *résonance* déclenché par nos rencontres perceptuelles avec d'autres personnes et objets.

De nos jours et dans son sens le plus étroit, le terme *empathie* fait référence à une « compréhension intime, basée sur des sentiments, de la vie intérieure d'autrui » (Currie, 2011). Quatre conditions permettent de la définir (de Vignemont & Singer, 2006) : l'affectivité, l'isomorphisme, la causalité et l'attribution.

En conservant toutes ces conditions, quitte à en relâcher quelque peu certaines, nous pouvons élargir la notion d'empathie pour y inclure, notamment, l'empathie pour les actions d'autrui.

CE QU'EN DISENT LES SCIENCES COGNITIVES

L'empathie implique ce que les scientifiques appellent les *neurones miroirs* ou tout au moins ce que l'on pourrait appeler plus généralement les systèmes miroirs du cerveau. Les neurosciences ont en effet mis en évidence une batterie de réseaux et de mécanismes communs (*miroirs*) à l'expérience d'agir et de ressentir des émotions et à la perception de ces états chez autrui. Cela se traduit de manières différentes suivant les états cognitifs considérés.

Dans le cas de l'*action*, la perception d'une action d'autrui dirigée vers un but (et de l'intention qui y préside) entraîne une activité neurale dans le cortex prémoteur similaire à l'activité induite par l'exécution du même type d'action (Rizzolatti *et al*., 1988). Dans le cas d'une *sensation* comme la

douleur, il a été démontré que la perception de la douleur d'autrui provoque une activité neurale principalement dans le nœud affectif de la « matrice de la douleur » (Singer *et al*., 2004). Le toucher, au sens d'un élargissement de la notion de sensation tactile, semble également concerné par ce phénomène. Dans le cas de l'émotion, Wicker *et al.* (2003) ont mis en évidence que la perception chez autrui d'une expression faciale de dégoût provoque une activité neurale connue pour être impliquée dans l'expérience d'être dégoûté.

Tous ces cas d'empathie concernent directement des personnes et la résonnance qu'ils impliquent est basée sur la perception d'autrui. Mais existe-t-il des cas d'empathie pour des objets inanimés ?

PEUT-ON ÉTENDRE LE CONCEPT D'EMPATHIE ?

Il semble en effet qu'en parallèle de l'empathie pour les personnes, ou *empathie personnelle*, laquelle fait référence à la compréhension affective de la vie intérieure d'autrui, il existe une forme d'empathie directement basée sur la perception des objets (plutôt que des personnes), que l'on pourrait appeler *empathie objectuelle*. D'après Currie (2011, p. 82), « nous ne considérons pas l'empathie comme un moyen de comprendre des objets inanimés. Pourtant, il y a un siècle, parler de l'empathie pour des objets devait sembler très naturel ; c'était le thème d'un groupe de penseurs (surtout Lipps) dont les écrits ont contribué à fonder la notion d'empathie elle-même ».

On pourrait arguer que l'empathie pour les objets est en réalité toujours au service d'une forme d'empathie pour les personnes. Ainsi, le concept d'empathie pour les personnes a une priorité conceptuelle et explicative sur le concept d'empathie pour les objets. L'empathie objectuelle est toujours un *moyen indirect* de comprendre ou d'acquérir de la connaissance au sujet d'autres êtres humains (réels ou hypothétiques). En empathisant pour les objets, nous atteignons *par l'imagination* d'autres personnes ou entités apparentées (personnifications).

Pour illustrer cela, je vais maintenant discuter cinq types de compréhension basée sur l'objet et poser la question de savoir si l'un ou plusieurs d'entre eux relève(nt) du phénomène susnommé d'empathie objectuelle.

CINQ TYPES DE COMPRÉHENSION BASÉE SUR L'OBJET

1. Les affordances

La perception d'objet peut impliquer une compréhension située (relative au contexte et à l'espèce) de ses *possibles usages*. En d'autres termes, cette perception implique la perception d'« affordances » (je renonce à traduire ce terme, qui vient de Gibson, 1977), à savoir celle des propriétés des objets liées à l'action. Par exemple, une surface peut être perçue comme offrant un *soutien*, une chaise comme offrant de quoi *s'asseoir*, une marche d'escalier comme offrant l'occasion de *monter*.

La thèse de Gibson a reçu une confirmation partielle de la part des neurosciences, puisqu'il existe des neurones – les *neurones canoniques* – qui s'activent à la fois lorsque l'on fait un mouvement de saisie en direction de l'objet et lorsqu'on voit simplement cet objet (Rizzolatti *et al*., 2003). Une poignée de porte se saisit d'une certaine façon et cette représentation est activée même si je ne suis pas motivée à saisir cette poignée présentement. Comme le soulignent Freedberg et Gallese, « l'observation d'un objet saisissable conduit à la simulation de l'acte moteur que l'objet offre. Cela implique que le même neurone code non seulement l'exécution d'actes moteurs mais répond également aux caractéristiques visuelles qui les déclenchent, même en l'absence de mouvement réel » (2007, p. 200).

2. L'exploration imaginative

Parfois, la perception d'objet peut donner lieu à une forme d'exploration imaginative, impliquant une compréhension située ou une simulation active de ce qui peut être fait avec ou à cet objet (extension de la notion précédente de perception d'affordances).

Dans la tradition empathique, cette catégorie est régulièrement invoquée dans le cadre d'une théorie de la perception esthétique : « Lorsque nous remarquons les courbes douces d'un torse de marbre, nous pouvons probablement, si nous observons avec attention, avoir une image transitoire de nos mains bougeant en imagination autour de la figure » (Langfeld, 1920). Plus récemment, et cette fois dans un ouvrage de neurosciences, Alain Berthoz relate son expérience d'un ancien immeuble parisien : « [La rampe d'escalier] était forme, mouvement, déjà dans le creux de ma main je sentais la rondeur du volume que j'allais épouser et qui me caresserait pendant que je ferais fonctionner mon générateur spinal de locomotion » (1997, p. 282).

La perception des objets en termes moteurs est particulièrement saillante en architecture. Néanmoins, la question se pose de savoir dans quelle catégorie il faut la classer : affordance ou exploration imaginative ? La question du statut de l'ornement se pose également. En effet, si la perception utilitaire ou fonctionnelle (affordance) est la perception par défaut, l'ornement sera ou bien invisible (pour les animaux) ou bien, au contraire, il acquerra une forme de saillance spécifique, possiblement de nature esthétique.

3. La projection corporelle

La perception d'objets peut impliquer leur expérience *en tant que* corps humain ou quasi-personne, c'est-à-dire que le sujet percevant *projette par l'imagination* ses caractéristiques corporelles sur l'objet. Il s'agit donc d'une autre catégorie, assez différente des deux premières : on voit l'objet comme une personne ou un corps humain. Le sujet percevant projette une image du corps partielle sur l'objet lui-même. Un exemple bien connu de projection corporelle concerne la simulation de la sensation de pression ou de constriction lors de la perception d'une colonne porteuse (Wölfflin, 1886 ; Lipps, 1903).

4. Les traces d'action

La perception d'objets peut également conduire à leur expérience comme *traces* ou *résultats* d'actions passées. À travers la perception de ces objets, nous atteignons par l'imagination les actions (et les intentions) de leurs *créateurs*. Par exemple, lorsque nous percevons des dessins au trait, nous

engageons des simulations motrices (plus ou moins détaillées) qui recréent certains types de gestes manuels faits par les artistes.

5. Les traces d'états émotionnels

À travers l'expérience des objets comme traces d'action, le sujet percevant peut également atteindre par l'imagination les *états émotionnels* des créateurs. En effet, le simple fait de reproduire par l'imagination la posture corporelle nécessaire pour effectuer une action peut induire, chez le sujet percevant, un état émotionnel analogue à celui de l'agent imaginé (Kreitler & Kreitler, 1972).

CES CAS SONT-ILS DES EXEMPLES D'EMPATHIE OBJECTUELLE ?

Parmi ces cinq catégories de compréhension perceptive de l'objet (il y en a sans doute d'autres) – qui impliquent toutes plus ou moins l'imagination –, lesquelles peuvent légitimement être considérées comme une forme de compréhension empathique ?

Les deux premières catégories (*1* et *2*, *affordances* et *exploration imaginative*) ne sont pas en elles-mêmes des cas d'empathie car elles font référence seulement à des actions possibles de la part du sujet percevant. Néanmoins, elles peuvent être recrutées dans le cadre d'une tâche empathique, par exemple l'empathie pour les utilisateurs d'un bâtiment.

Les deux dernières catégories (*4* et *5*, *traces d'actions* et *d'états émotionnels*) peuvent être considérées comme impliquant au moins *indirectement* l'empathie personnelle, puisque, dans chaque cas, une personne (réelle ou hypothétique) est visée, par exemple l'auteur présumé du tableau ou du dessin.

Le troisième cas (*3*, *projection corporelle*) ne semble pas impliquer une personne (réelle ou présumée) au-delà de l'objet perçu ; au contraire, c'est l'objet perçu qui est considéré comme une quasi-personne. C'est le seul cas qui

peut être considéré comme une forme d'empathie *pour* les objets, dans la mesure où le sujet percevant transforme par l'imagination les objets en *personae*. Mais, même dans ce cas, l'empathie pour l'objet dérive d'une forme d'empathie personnelle.

PEUT-ON ÉTENDRE LE CONCEPT D'EMPATHIE OBJECTUELLE ?

À ce stade, il est possible d'envisager deux autres extensions de la notion d'empathie, qui concernent surtout les deux dernières catégories (4 et 5).

1. Les transfigurations du créateur

Dans les cas basiques des *traces d'action/émotion*, le créateur empathisé peut être identifié à une personne particulière, qu'elle soit réelle ou hypothétique – par exemple, l'auteur du dessin, de la peinture ou sculpture, le charpentier, etc. Une extension courante de ces cas implique des *généralisations*, plus ou moins fictionnalisées, de ce qui compte comme créateur. Une entité semblable à une personne est atteinte par le biais de la perception d'un objet, mais cette entité n'a pas à être représentée comme une personne véritable. Par exemple, dans le cas de l'architecture, le créateur correspond rarement à une seule personne, mais un collectif de projeteurs et constructeurs, ainsi que des machines et d'autres outils automatisés (sans parler de l'architecture participative, où le projet est le résultat d'une concertation plus large). Il semble légitime de poser la question de savoir s'il est possible d'avoir de l'empathie pour un sujet collectif, mais je n'y répondrai pas ici.

2. Les objets-représentations

La seconde extension de la notion d'empathie objectuelle concerne les cas où l'objet perçu est lui-même expérimenté comme une *représentation* d'une autre entité. Est-on capable d'éprouver de l'empathie pour une personne ou un objet lorsque celui-ci est seulement représenté ? La réponse à cette question dépend probablement de la nature de la représentation.

Elle est relativement triviale quand il s'agit d'une représentation figurative (tableaux de corps en mouvement, de corps se touchant, *cf.* Freedman & Gallese, 2007), mais elle l'est moins quand la représentation est plus abstraite. Par exemple, la perception d'une représentation architecturale autorise-t-elle les mêmes mécanismes empathiques que ceux provoqués par la perception directe du bâtiment réel ? Dans ce cas, le contraste entre les réponses concerne probablement le type de géométrie, plus ou moins abstraite, utilisé par la représentation (plan/coupe *versus* perspective), ainsi que les conditions de sa présentation.

L'EMPATHIE S'ÉDUQUE-T-ELLE ?

La littérature (de Vignemont, 2008 ; Goldman, 2011) évoque une distinction entre deux formes d'empathie : celle de bas niveau et celle de haut niveau, la première étant quasi automatique et (probablement) innée, la seconde étant moins immédiate et liée plus étroitement à l'exercice de la raison. Nous savons que, grâce à l'apprentissage, une capacité cognitive de haut niveau peut devenir implicite et spontanée, même si initialement elle était explicite et délibérée. C'est un processus que les scientifiques de la cognition appellent « encapsulation de la connaissance » (Schmidt & Boshuizen, 1993). De cette façon, nos capacités empathiques peuvent s'améliorer et se substituer à la raison lorsqu'elles deviennent naturelles ou spontanées (« routinisées »), jusqu'à faire partie de notre seconde nature. Cela montre que la relation entre empathie et raison est dynamique : notre expérience empathique nourrit la raison, laquelle à son tour modifie et augmente notre compétence empathique.

Ainsi, l'empathie, comme l'intuition (Hogart, 2001) – si utile aux architectes –, peut être éduquée par l'expérience et l'enseignement. Nous pouvons apprendre à être plus empathiques relativement à une compréhension basée sur les personnes ou les objets. À cet égard, l'utilisation des images, œuvres d'art et autres médias représentationnels joue souvent un rôle significatif dans le développement de l'empathie. Il a en effet été soutenu que notre expérience des représentations peut évoquer des réponses empathiques que ne peut susciter notre expérience ordinaire du monde (Lopes,

2011). Il reviendra aux scientifiques de déterminer plus précisément la nature de ces représentations.

L'IMPORTANCE DE L'EMPATHIE POUR L'ARCHITECTURE

En conclusion, le phénomène de l'empathie mérite d'être considéré à différents niveaux en architecture. L'étude de l'empathie à tous ces niveaux, que ce soit pour l'objet architectural (bâtiment ou structure particulière), pour ses « fabricants » (projeteurs et/ou constructeurs), ou même pour les utilisateurs (présents ou à venir), promet des découvertes futures importantes pour la recherche en architecture.

Plus particulièrement, la question du médium représentationnel et de sa capacité à déclencher nos capacités empathiques esquissée plus haut sera à approfondir. Les questions des conditions de présentation et des géométries utilisées sont notamment à étudier, surtout dans le contexte de l'enseignement de l'architecture. En effet, on peut légitimement poser la question de savoir si la perception d'une représentation architecturale peut déclencher les mêmes capacités empathiques que celles qui sont déployées lors de la perception du bâtiment *in situ*, tant du point de vue de l'expérience du concepteur (simulation incarnée des futurs usagers) que de celui des usagers (capacité à comprendre les intentions de l'architecte, en tant que client dans un contexte commercial ou en tant que visiteur dans une exposition d'architecture).

En résumé, le concept d'empathie est bien plus complexe qu'il n'y paraît de prime abord et réfère à une variété de phénomènes mentaux interconnectés. Dans le but de mieux comprendre comment l'empathie est impliquée, tant dans le processus de conception architecturale que dans l'expérience de l'usager de l'architecture, il est crucial de prendre en compte ce caractère varié. Ce ne sont là que de modestes suggestions de pistes de recherches, mais je suis convaincue de leur importance pour l'avenir de l'architecture[1].

1 Je remercie Jérôme Dokic pour sa précieuse collaboration à l'origine de ce travail.

RÉFÉRENCES

Berthoz, A. (1997). *Le sens du mouvement*. Paris, Odile Jacob.

Currie, G. (2011). « Empathy for Objects ». P. Goldie et A. Coplan (dir.), *Empathy: Philosophical and Psychological Perspectives*. New York, Oxford University Press, pp. 82-95.

de Vignemont, F. et Singer, T. (2006). « The empathic brain: how, when and why? ». *Trends in Cognitive Sciences*, n° 10, pp. 435-441.

de Vignemont, F. (2008). « Empathie miroir et empathie reconstructive ». *Revue philosophique de la France et de l'étranger*, n° 3, pp. 337-345.

Freedberg, D. et Gallese, V. (2007). « Motion, emotion and empathy in esthetic experience ». *Trends in Cognitive Science*, n° 11, pp. 197-203.

Gibson, J. J. (1977). « The Theory of Affordances ». R. Shaw et J. Bransford (éds), *Perceiving, Acting, and Knowing*. Hillsdale NJ, Lawrence Erlbaum.

Goldman, A. I. (2011). « Two Routes to Empathy ». P. Goldie et A. Coplan (éds), *Empathy: Philosophical and Psychological Perspectives*. New York, Oxford University Press, pp. 31-44.

Hogarth, R. M. (2001). *Educating Intuition*. Chicago, The University of Chicago Press.

Kreitler, H. et Kreitler, S. (1972). *Psychology of the arts*. Durham NC, Duke University Press.

Langfeld, H. (1920). *The Aesthetic Attitude*. New York, Harcourt, Brace and Company.

Lipps, T. (1903). « Einfühlung, innere Nachahmung und Organenempfindung ». *Archiv für die Gesamte Psychologie*, n° 1(2). Leipzig DE, W. Engelmann.

Lopes, D. (2011). « An Empathic Eye ». P. Goldie et A. Coplan (éds), *Empathy: Philosophical and Psychological Perspectives*. New York, Oxford University Press, pp. 118-133.

Lotze, H. (1856). *Mikrokosmos*. Leipzig DE, Hirzel.

Rizzolatti G., Camarda, R., Fogassi, L., Gentilucci, M., Luppino, G. et Matelli, M. (1988). « Functional organization of inferior area 6 in the macaque monkey ». *Experimental brain research*, n° 71, pp. 491-507.

Rizzolatti, G. et Matelli, M. (2003). « Two different streams form the dorsal visual system: anatomy and functions ». *Experimental brain research*, n° 153, pp. 146-157.

Schmidt, H. G. et Boshuizen, H. P. A. (1993). « On acquiring expertise in medicine ». *Educational Psychology Review*, n° 5, pp. 205-221.

Singer, T., Seymour, B., O'Doherty, J., Kaube, H., Dolan, R. et Frith, C. (2004). « Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain ». *Science*, n° 303, pp. 1157-1162.

Wicker, B., Keysers, C., Plailly, J., Royet, J.-P., Gallese, V. et Rizzolatti, G. (2003). « Both of Us Disgusted in My Insula: The Common Neural Basis of Seeing and Feeling Disgust ». *Neuron*, n° 40, pp. 655-664.

Wölfflin, H. (1886). *Prolegomena zu einer Psychologie der Architektur*. Munich DE, Universität München.

BUILDING *TRANSLATION* MODELING

Louis Destombes

Prenant à rebours la question de l'adaptabilité des pratiques architecturales au « paradigme » performatif de la modélisation intégrative (BIM), cet article interroge le transfert du projet entre figuration et édification, problématique disciplinaire autant que problème pratique incontournable, pris ici comme un défi posé à une gestion intégralement numérique du projet.

L'évidence de ce transfert pour le praticien légitime un détour analogique par la traduction littéraire pour en problématiser les enjeux disciplinaires. L'hypothèse de traductions constructives du projet (Evans, 1986) est déployée en croisant les notions modernes de tectonique (Frampton, 1995) et de représentation (Levine, 2009), en vue d'expliciter le potentiel heuristique des écarts entre dessiné et construit pour la genèse du projet.

Substituant la simulation à la représentation comme mode unique d'anticipation du construit, la modélisation intégrative semble mettre en cause la possibilité même de ces traductions. Cette hypothèse acquiert ainsi une dimension critique, pointant une possible hybridation entre gestion numérique du projet et incertitude calculée du dessin d'architecture : un Building *Translation* Modeling.

LOUIS DESTOMBES

Diplômé de l'ENSA Paris-Malaquais et titulaire d'un doctorat en architecture de l'Université de Montréal, Louis Destombes enseigne l'histoire et la culture architecturale à l'ENSA Paris-La Villette et travaille au sein de la SCIC Bellastock. Portant sur l'histoire des pratiques et des théories de la construction en architecture, ses activités de recherches et d'enseignement se basent sur la mise en perspective historique des pratiques constructives contemporaines en vue de comprendre leurs évolutions face aux défis de la transition écologique et du tournant numérique. Louis Destombes a récemment publié « La construction comme représentation chez Jakob+MacFarlane (1998-2013), le projet constructif numérique entre ruptures technologiques et réminiscences modernes », *in Construire ! Entre Antiquité et époque contemporaine*, éditions Picard, Paris 2019. Ses activités professionnelles à Bellastock croisent les expertises en économie circulaire, réemploi et urbanisme transitoire à travers une grande variété de contextes et d'échelles, du mobilier à l'aménagement du territoire, de l'autoconstruction de démonstrateurs à des missions de conseil pour l'État.

LE TOURNANT NUMÉRIQUE DE LA CRISE POSTMODERNE

L'histoire du numérique en architecture couvre plus de trois décennies depuis la fin des années 1980, soit une période équivalente à la trajectoire de l'architecture postmoderne entre les années 1960 et 1990. La mise en crise de l'architecture moderne reposait alors sur un travail de sape de ses fondements doctrinaires, à travers un retour à l'histoire (Rossi, 1966) et à la notion de signification (Scott-Brown & Venturi, 1966). Si le tournant numérique représente lui aussi une potentielle crise disciplinaire, celle-ci est nécessairement d'une autre nature, n'ayant aucune doctrine hégémonique contre laquelle s'élever ; ou, du moins, s'agit-il d'une continuation de la crise postmoderne par d'autres moyens[1].

Ce tournant a été et reste impulsé par des pratiques d'avant-garde, caractérisées par une *appropriation exploratoire* des technologies numériques, dont les inflexions sur les catégories épistémologiques de la conception architecturale ont été théorisées *a posteriori* (Carpo, 2013). Comme de nombreux auteurs, Greg Lynn s'est attaché à mesurer l'amplitude de ces inflexions à l'aulne des possibilités formelles révélées par ces explorations méthodologiques (Lynn, 2013). À contrepied de cette approche, nous proposons d'aborder l'évolution des pratiques numériques en architecture à partir d'une problématique historique inhérente à la discipline : le transfert du projet d'architecture entre figuration et édification. Interroger l'évolution des modalités pratiques encadrant ce transfert permet de recentrer la compréhension de la *crise* numérique en architecture sur une *appropriation*

1 Antoine Picon (2010) montre que le tournant numérique s'inscrit dans la continuité de certains courants de l'architecture postmoderne, tels que la déconstruction.

productive de ces technologies, qui concerne une part bien plus importante des professionnels[2].

Popularisée au début des années 2000, la modélisation intégrative, ou *Building Information Modeling*[3], impacte directement cette problématique en offrant de substituer des procédures de gestion numérique du projet aux pratiques courantes de conception et de prescription. Dans la mesure où celle-ci est systématiquement présentée comme un *nouveau paradigme*, ses effets sur la conception architecturale ne peuvent être évalués de manière critique qu'à l'aulne du paradigme qu'elle est supposée remplacer. Face aux craintes légitimes quant à l'avenir de la profession soulevées par la perspective d'une généralisation de la modélisation intégrative (Didelon, 2014), notre objectif est ici de pointer certains défis que les théories et les pratiques constructives modernes opposent à une gestion numérique intégrale du projet d'architecture.

DE LA FIGURATION À L'ÉDIFICATION : UNE PROBLÉMATIQUE MODERNE

Dessiner n'est pas construire. De la figuration à l'édification, il s'opère nécessairement une série de transferts par le jeu desquels un projet dessiné devient projet construit. Comment rendre compte de la nature et de l'amplitude de ces transferts ? Quels rôles ont-ils pu jouer pour la création architecturale à l'époque moderne ? Quel espace leur réservent aujourd'hui les pratiques numériques de conception architecturale ?

Le transfert entre figuration et édification constitue d'abord un problème pratique auquel les architectes se confrontent quotidiennement : leur travail vise à maintenir la cohérence du projet au cours de son élaboration, soit à assurer la conformité de *l'édifice-à-venir* avec les exigences techniques et les qualités architecturales préalablement définies dans le cadre du projet. Il en va de leur responsabilité professionnelle comme de leur engagement

2 L'appropriation exploratoire des outils numériques vise un renouvellement des méthodes de conception alors que l'appropriation productive vise l'optimisation des méthodes de travail existantes.

3 Nous traduisons BIM par *modélisation intégrative,* qui renvoie à la fois à la concentration de différentes catégories d'informations sur le projet au sein d'un modèle numérique unique, et à la concentration du travail des différents acteurs du projet autour de ce modèle.

éthique envers leurs clients. Sur le plan théorique, ce transfert constitue le corollaire implicite de la dialectique existant entre architecture et construction, une problématique disciplinaire concomitante à la conception de l'architecture comme art libéral, distinct de l'art de construire.

Robin Evans figure parmi les rares théoriciens de l'architecture à avoir abordé cette problématique frontalement (Evans, 1986). Ses analyses de la chapelle du château d'Anet (Philibert de l'Orme, 1562) et de la basilique San Petronino (Andrea Palladio, Bologne, 1569) mettent en évidence des décalages engendrés par les opérations de géométrie projective, ainsi que l'exploitation créative de ces écarts lors du passage à la construction[4]. À l'inverse, postuler une identité entre projet dessiné et réalité construite ne ferait selon lui que limiter le champ de ce qui peut être anticipé par le projet. « Incapable de savoir avant l'avènement [de leur réalisation construite] comment les choses vont voyager, l'architecte doit », selon ses mots, « essayer de tirer avantage de la situation en allongeant le trajet, tout en maintenant un contrôle suffisant sur le transit, afin d'atteindre une destination plus éloignée » (Evans, 1986, p. 182, traduction de l'auteur).

TRADUCTIONS CONSTRUCTIVES DU PROJET D'ARCHITECTURE

L'hypothèse de traductions constructives suggérée par Evans peut être formulée comme un équilibre entre deux attitudes opposées, mais complémentaires, face à l'impondérabilité d'un transfert entre figuration et édification. Les concepteurs doivent d'une part établir une distance entre les figurations du projet et l'édifice qu'elles anticipent, de manière à tirer parti des divergences engendrées par le franchissement de cette distance. De cette manière, ils rendent manifeste la différence ontologique entre dessin et construction qui caractérise le transfert du projet en tant que problématique disciplinaire. Abordant ce transfert en tant que problème pratique, ils doivent d'autre part maintenir la cohérence du projet, notamment en s'assurant une maîtrise de l'apparence de la forme construite par un travail de conception à l'échelle des détails (Ford, 2011).

4 Le terme anglais *translation* utilisé par Evans renvoie au double sens de traduction linguistique et de translation, opération géométrique de déplacement.

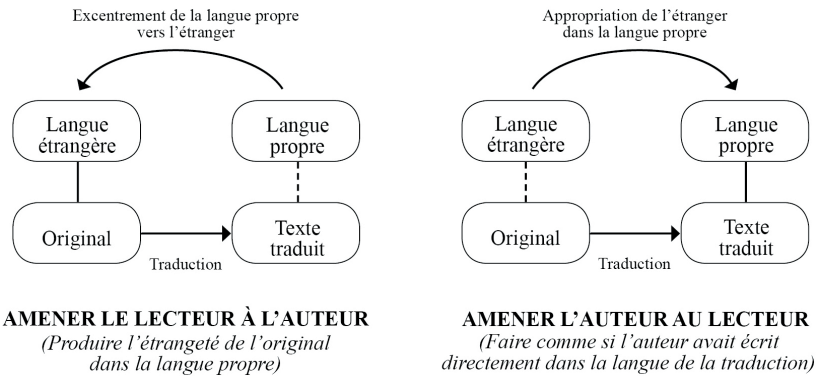
Cette distance entre dessin et construction peut être problématisée en croisant deux lectures critiques de l'histoire de la modernité architecturale, respectivement centrées sur la tectonique, définie comme une anticipation « poétique » de la construction (Frampton, 1995), et sur l'anticipation de la « forme construite comme représentation » (Levine, 2009). Suivant la première, les concepteurs interprètent des techniques d'assemblage et systèmes structurels ou gestes constructifs sous la forme de figures tectoniques qui servent de point de départ à la genèse du projet. Dans la seconde, leurs efforts portent sur la transmutation de propriétés graphiques issues des figurations du projet en qualités perceptuelles de l'édifice qu'elles anticipent. Les transpositions à double sens, suggérées par les principes théoriques de tectonique et de représentation, se heurtent néanmoins aux limites intrinsèques du dessin d'architecture. Celui-ci figure des édifices achevés, éludant le processus de leur mise en œuvre (Ferro, 2005) et ne permet d'anticiper que très superficiellement la perception *in vivo* de la réalité construite (Pallasmaa, 1996). Dans les deux cas, les traductions constructives du projet s'effectuent en adossant le travail de figuration à une démarche interprétative qui permet à un concepteur de porter la genèse du projet au-delà de ces limitations du dessin d'architecture.

LA TRADUCTION LITTÉRAIRE COMME HORIZON ANALOGIQUE

Le transfert du projet entre figuration et édification apparaît sous cet angle comme une situation analogue au transfert d'une œuvre littéraire entre deux langues. En littérature, la diversité irréductible entre les langues fait de la traduction exactement fidèle à l'original une impossibilité théorique, néanmoins contrebalancée par l'évidence empirique du fait que l'on a toujours traduit (Steiner, 1975). Ce dilemme amène Paul Ricœur à redéfinir la notion de fidélité comme la visée d'une « correspondance sans adéquation », concentrée sur la restitution d'une intimité entre le texte original et la langue de son auteur, plutôt que la transposition du sens ou de la teneur poétique (Ricœur, 2006). Cette attitude amène le traducteur à pratiquer une « hospitalité langagière », selon les mots de Ricœur, en habitant les tournures étrangères de l'original ou, à l'inverse, en les accueillant dans sa propre langue.

Antoine Berman a montré que cette « médiation de l'étranger » constituait pour les théoriciens de la traduction de l'Allemagne romantique une « visée éthique » par laquelle la traduction contribue à un élargissement de la langue et de la culture, suivant le concept de Bildung (Berman, 1984). Pour Friedrich Schleiermacher, seuls les textes qui présentent une intimité particulière avec leur langue d'origine sont à même de susciter une « traduction authentique », c'est-à-dire qui conserve et restitue la distance séparant l'original de sa traduction (Schleiermacher, 1819). Le traducteur doit selon lui choisir entre deux méthodes possibles : soit « amener l'auteur au lecteur » en faisant comme si le premier avait écrit directement dans la langue du second, soit « amener le lecteur à l'auteur » en le confrontant, sans filtre, au caractère étranger de l'original. En d'autres termes, soit le traducteur s'efforce de transposer, dans sa propre langue, l'intimité de l'auteur à la sienne, suivant une dynamique d'appropriation, soit il cherche à la reproduire, au risque de l'étrangeté, exerçant une dynamique d'excentrement sur le lecteur et sur sa langue (figure 1).

Cette visée éthique attribuée à la traduction littéraire offre un horizon analogique pour penser la finalité des traductions constructives au-delà du problème pratique posé par le transfert du projet. Se détachant d'une anticipation exacte et instrumentale de la réalité construite par les figurations du projet, le concepteur peut choisir d'introduire un degré d'étrangeté entre le dessiné et le construit, en vue d'enrichir la valeur expressive (*Bildung*) de l'un et de l'autre par une médiation de cet étranger. En cherchant à forcer l'intimité entre le projet et ses représentations graphiques à



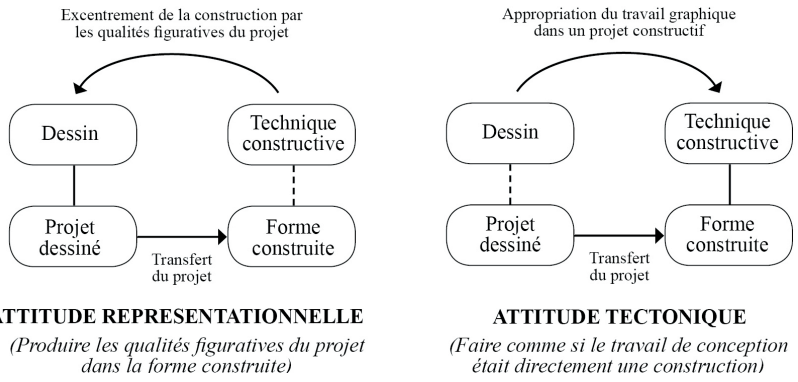
AMENER LE LECTEUR À L'AUTEUR
(Produire l'étrangeté de l'original dans la langue propre)

AMENER L'AUTEUR AU LECTEUR
(Faire comme si l'auteur avait écrit directement dans la langue de la traduction)

△ Figure 1. Louis Destombes, *Les deux méthodes de la traduction authentique*, d'après Friedrich D. E. Schleiermacher (1819).

travers la forme construite, il exerce un effet d'excentrement de la pensée constructive analogue au mouvement du lecteur vers l'auteur. À l'inverse, transposer l'intimité entre une figure tectonique et les gestes constructifs qu'elle prescrit par le biais de supports projectuels instaure une dynamique d'appropriation de la technique, analogue au mouvement de l'auteur vers le lecteur (figure 2).

Les différences que ce parallèle fait apparaître entre traduction littéraire et conception architecturale sont tout aussi significatives pour l'hypothèse des traductions constructives. L'absence d'un original-à-traduire en architecture renforce l'argument selon lequel le transfert du projet relèverait d'une « correspondance sans adéquation »[5]. Pour Esra Akcan, si « l'erreur de traduction constitue un oxymore en architecture », il existe bien des « opportunités ratées de traduction » (Akcan, 2012, p. 8). Contrairement au traducteur, pour qui l'impossibilité de la traduction exacte est fixée d'avance par l'incommensurabilité des langues, le concepteur doit établir lui-même le degré d'intraduisibilité auquel il sera confronté à travers le transfert d'un projet. L'existence de ces « opportunités ratées » témoigne du fait que l'occurrence de traductions constructives n'est jamais acquise, mais suppose une attitude proactive des concepteurs pour « étendre » le trajet entre figuration et édification.



△ Figure 2 Louis Destombes, *Les attitudes tectonique et représentationnelle face au transfert du projet : deux cas de traductions constructives.*

5 Si l'on considère que c'est l'édifice construit qui constitue l'*original* d'une œuvre architecturale, il s'agit paradoxalement du résultat visé par le processus de traduction, plutôt que son point de départ.

La compréhension de ce phénomène se heurte néanmoins au fait que dans la pratique, la distance entre l'édifice projeté et ses représentations est loin d'être intuitive pour les concepteurs. Absorbés par leur travail, ceux-ci ont tendance à s'imaginer en train de manipuler directement l'objet projeté plutôt qu'en train de tracer des réseaux de lignes sur du papier ou via un écran. Robin Evans qualifie de « fiction capacitante » ce raccourci heuristique inhérent au principe de représentation, soulignant sa fonction libératrice pour la conception architecturale (Evans, 1986, p. 154). Celui-ci est en outre renforcé par la valeur contractuelle conférée aux documents émis par les architectes, qui les fait apparaître aux yeux de leurs destinataires comme des descriptions fidèles et objectives (Pérez-Gómez, 2007, p. 12). Ce n'est toutefois qu'en exploitant le caractère fictionnel de cette identité entre le dessiné et le construit que les concepteurs peuvent établir et exploiter la distance nécessaire aux traductions constructives.

MODÉLISATION INTÉGRATIVE ET GESTION NUMÉRIQUE DU PROJET

Un des principaux objectifs de la modélisation intégrative étant de faciliter le passage à la construction, celle-ci représente *a priori* une opportunité pour les traductions constructives, offrant la perspective d'un contrôle accru sur le transfert du projet. Ce potentiel est toutefois miné par une volonté hégémonique d'inscrire ces technologies dans le cadre d'une gestion numérique intégrale du projet d'architecture dont nous montrerons qu'elle tend à exclure toute possibilité de traductions constructives.

Dans les milieux professionnels comme académiques, la modélisation intégrative est présentée par ses promoteurs comme le vecteur d'une réorganisation radicale du travail de conception architecturale selon les principes de l'« ingénierie concourante » : étendre le processus de conception au cycle de vie des édifices (conception, construction, utilisation et déconstruction) par un recours massif à la simulation, et intensifier les échanges interprofessionnels dès les débuts de ce processus, en centralisant les informations émises par chacun au sein d'un modèle numérique partagé (Eastman, 2008). Cette approche dite de *gestion de projet* (*project delivery*) s'articule autour de critères strictement performatifs : réduction du coût global,

optimisation de la durée du chantier, maximisation des performances techniques (Autodesk, 2002).

Revendiquée comme inclusive, la gestion numérique du projet d'architecture pourrait bien se révéler paradoxalement un facteur radical d'exclusion, tant au niveau des structures professionnelles que des méthodologies de conception et des définitions de la qualité architecturale[6]. Pour être efficace, la modélisation intégrative implique en effet de subordonner l'intégralité du travail de conception à ses procédures de traitement informatique basées sur la simulation, obligeant l'ensemble des acteurs à y conformer leurs méthodes de travail. Ce mouvement d'homogénéisation amène à recentrer la conception architecturale sur les seuls critères de performances techniques et économiques qui se prêtent à la simulation numérique, au détriment des aspects du projet qui résistent à une objectivation sous la forme de données exploitables par l'informatique (Leatherbarrow, 2005).

SIMULATION *VERSUS* REPRÉSENTATION

Selon David R. Scheer, la représentation « repose sur des signes qui réfèrent aux objets du monde réel en laissant toujours transparaître les écarts et ambiguïtés de cette juxtaposition », alors que la simulation « instaure un environnement artificiel, qui substitue une expérience artificielle à la réalité » (Scheer, 2014, p. 34, traduction de l'auteur). Ces deux principes sont, pour l'auteur, fondamentalement incompatibles, l'un référant au réel par juxtaposition et l'autre par substitution. En imposant la simulation comme unique vecteur d'anticipation de la construction, la gestion numérique du projet assimile le modèle du projet et l'édifice projeté à une même réalité. Ce faisant, elle récuse la nature fictionnelle du raccourci heuristique entre dessiné et construit propre à la représentation architecturale, sur lequel repose la possibilité même des traductions constructives.

Cette volonté de « combler le fossé » entre figuration et édification est manifeste à travers le titre de la revue *AD* consacré à la modélisation intégrative : *Closing the Gap* (Garber, 2009). Selon Richard Garber, dans le

6 Le coût élevé des licences et de la formation aux logiciels BIM pénalise les petites structures professionnelles, architectes et artisans, dans l'accès à la commande publique (Didelon, 2014 ; Scheer, 2013).

« nouveau paradigme » instauré par la modélisation intégrative, le transfert du projet ne marquerait plus une transition « du possible au réel », mais un « passage sans couture du virtuel à l'actuel ». Un édifice conçu au moyen d'un modèle intégratif serait selon lui « intrinsèquement réel », en vertu du fait que ce modèle concentre toutes les informations nécessaires à sa réalisation, ne laissant aucune « marge d'interprétation » lors du passage à la construction (Garber, 2009, p. 13, traduction de l'auteur).

En substituant intégralement la simulation au principe de représentation, la gestion numérique du projet impose la suppression de toute distance entre figuration et édification comme une condition préalable au contrôle apporté par la modélisation intégrative sur le transfert du projet. Prévenant virtuellement tout acte d'interprétation, elle prive les concepteurs de leur capacité à mobiliser des éléments étrangers à la simulation numérique qui aurait permis de porter le processus de conception au-delà de ses limites. Postuler que l'édifice décrit par un modèle intégratif est *réel* revient à limiter ses propriétés aux seuls critères de performances techniques et économiques propres à la simulation numérique, soit à évacuer de la genèse du projet les interprétations perceptuelles et symboliques de la forme construite par lesquelles un concepteur peut contribuer à une valorisation culturelle de l'environnement bâti (Pérez-Gómez, 2016).

BUILDING TRANSLATION *MODELING*, VERS UNE GESTION DE L'INCERTITUDE ?

À la lumière de la problématique disciplinaire des transferts entre figuration et édification, la crise numérique des pratiques architecturales se dessine sous la forme d'un conflit apparemment insoluble entre l'idéologie techniciste sous-jacente à une gestion intégralement numérique du projet d'architecture et le principe moderne de représentation. Confrontés au choix entre accepter ou rejeter en bloc ce *paradigme*, les architectes sortent forcément perdants. Soit ils y conforment leurs méthodes de travail, reniant le rôle historiquement joué par la représentation en tant que vecteur de création architecturale, soit ils abandonnent à d'autres la maîtrise du processus constructif et voient leur rôle de concepteur réduit à l'enveloppe formelle des édifices : s'adapter ou disparaître. Une troisième voie est-elle possible

pour échapper à ce dilemme cornélien ? Il appartient aux architectes de s'approprier les outils de la modélisation intégrative tout en les mettant à l'épreuve des mécanismes heuristiques de la création architecturale, afin de combattre l'assimilation de ces technologies à un idéal hégémonique de gestion numérique du projet.

Initialement théorisée comme une « catégorie d'analyse » visant à expliciter rétrospectivement certains de ses mécanismes à travers la modernité architecturale, l'hypothèse des traductions constructives revêt la forme d'un « projet critique » face à la menace qui pèse sur leur possibilité même[7]. Elle offre une piste opportune pour penser cette hybridation méthodologique – un *Building Translation Modeling* – à même de faire de la modélisation intégrative un vecteur de création architecturale. Le contrôle offert par cet environnement de travail sur le passage à la construction peut constituer un atout déterminant pour les traductions constructives du projet si et seulement si le concepteur y trouve la latitude d'établir une distance à franchir entre figuration et édification. Ces enjeux ne se positionnent pas uniquement sur le plan technologique, mais aussi, et surtout, au niveau de l'organisation du travail de conception. Face à l'injonction performative de la gestion de projet, les architectes doivent défendre le temps nécessaire à une gestion de l'incertitude propre au principe de représentation architecturale.

7 Nous reprenons ici les termes utilisés par Réjean Legault (2005) pour qualifier la refonte conceptuelle de la notion de tectonique entreprise par Kenneth Frampton.

RÉFÉRENCES

Ackan, E. (2012). *Architecture in Translation: Germany, Turkey, and the Modern House*. Durham, Duke University Press.

Autodesk (2002). « Building Information Modelling in Practice ». *White Paper*. San Rafael CA, Autodesk Building Solutions.

Berman, A. (1984). *L'épreuve de l'étranger. Culture et traduction dans l'Allemagne romantique. Herder, Goethe, Schlegel, Novalis, Humboldt, Schleiermacher, Hölderlin*. Paris, Gallimard.

Carpo, M. (dir.) (2013). *The Digital Turn in Architecture [1992–2012]*. Chichester UK, Wiley (AD Reader).

Didelon, V. (2014). « L'empire du BIM ». *Criticat*, nº 13, pp. 71-77.

Eastman C. *et al*. (2008). *The BIM Handbook. A Guide to Building Information Modelling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. Hoboken NJ, John Wiley & Sons.

Evans, R. (1997 [1986]). « Translations from Drawing to Building ». *Translations from Drawing to Building and Other Essays*. Londres, Architectural Association.

Ferro, S. (2007). *Dessin-chantier*. Paris, La Villette.

Ford, E. R. (2011). *The Architectural Detail*. Londres, Princeton Architectural Press.

Frampton, K. (1995). *Studies in Tectonic Culture. The Poetics of Construction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture*. Cambridge MA, The MIT Press.

Garber, R. (2009). « Optimisation Stories. The Impact of Building Information Modelling in Contemporary Practices ». *Closing the Gap, AD Architectural Design*, vol. 79, nº 2, pp. 6-13.

Leatherbarrow, D. (2005). « Architecture's Unscripted Performance ». B. Kolarevic et A. Malkawi, *Performative Architecture. Beyond Instrumentality*. New York, Routledge, pp. 8-18.

Legault, R. (2005). « La trajectoire tectonique ». J.-P. Chupin et C. Simonnet. *Le projet tectonique*. Gollion CH, Infolio, pp. 25-43.

Levine, N. (2009). *Modern Architecture. Representation and Reality*. New Haven, CT, Londres, Yale University Press.

Lynn, G. (2013). *Archéologie du numérique*. Centre canadien d'architecture, Montréal, Berlin, Stenberg Press.

Pallasmaa, J. (2010 [1996]). *Le regard des sens*. Trad. de l'anglais M. Bellaigue. Paris, Le Linteau.

Pérez-Gómez, A. (2007). « The Poetic Origin of Architecture ». M. Frascari (éd.), *From Models to Drawings*. Londres, Routledge.

Pérez-Gómez, A. (2016). *Attunement. Architectural Meaning After the Crisis of Modern Science*. Cambridge MA, The MIT Press.

Picon, A. (2010). *Architecture et culture numérique. Une introduction*. Bâle, Birkhäuser.

Ricœur, P. (2006). *Sur la traduction*. Paris, Bayard.

Rossi, A. (1971 [1966]). *L'architecture de la ville*. Traduit de l'italien. Paris, L'Équerre.

Scheer, D. R. (2013) « The Price of a Paradigm ». *Money Perspecta*, vol. 47, Cambridge MA, The MIT Press, pp. 95-97.

Scheer, D. R. (2014). *The Death of Drawing. Architecture in the Age of Simulation*. New York, Londres, Routledge.

Schleirmacher, F. (1999 [1819]). *Des différentes méthodes du traduire*. Trad. C. Berner. Paris, Seuil [Conférence donnée en 1819 en allemand].

Scott Brown, D. et Venturi, R. (1971 [1966]). *De l'ambiguïté en architecture*. Paris, Dunod.

Steiner, G. (1998 [1975]). *Après Babel, une poétique du dire et de la traduction*. Paris, Albin Michel.

#14

ARCHITECTURE ET PRATIQUES ORIENTÉES SUR LES DONNÉES : POUR UN DÉCLOISONNEMENT DU BIM ET DU DESIGN COMPUTATIONNEL

Aurélie de Boissieu

Les possibilités de la computation orientée sur les données et en particulier de l'intelligence artificielle sont majeures. Elles pourraient aider à améliorer une industrie du bâtiment encore très inefficace et polluante, mais la mise en œuvre de ces pratiques numériques reste difficile. Dans cet article, on interroge les pratiques du *Building Information Modeling* (BIM) et du design computationnel (DC) pour la conception architecturale. En particulier, on questionne leurs cloisonnements actuels et les différentes formes que peuvent prendre leurs complémentarités. Si le rapport aux données de la profession d'architecte se transforme déjà, les interfaces entre pratiques du BIM et pratiques du design computationnel sont quant à elles encore peu étudiées. On peut s'en étonner puisque les pratiques numériques orientées sur les données se multiplient, posant de nombreuses questions.

AURÉLIE DE BOISSIEU

Chargée de cours à l'Université de Liège, Aurélie de Boissieu est chercheuse au sein des laboratoires LUCID et LNA. Elle travaille en particulier sur les enjeux du BIM et des pratiques computationnelles dans la conception architecturale. Après avoir mené son doctorat dans le laboratoire MAP-MAACC (UMR CNRS-MCC 3495), elle a enseigné les sciences et techniques en ENSA et travaillé comme experte du numérique en agences pendant plusieurs années, en particulier chez Heatherwick Studio et Grimshaw Architects.

Depuis plusieurs années, l'affirmation « *The world's most valuable resource is no longer oil, but data* » semble se confirmer (*The Economist*, 2017). Et même si la transformation numérique est particulièrement lente pour l'industrie du bâtiment, il semble indéniable de voir ce tournant prendre forme pour les architectes également (Carpo, 2017 ; Eastman *et al.*, 2011 ; Picon, 2010 ; Susskind & Susskind, 2015). Cette ère de la computation orientée sur les données ouvre en particulier de grandes possibilités grâce à l'intelligence artificielle et au *machine learning* (Carpo, 2017). Mais si ces possibilités pourraient aider à améliorer une industrie du bâtiment encore très inefficace et polluante (Ribeirinho *et al.*, 2020), la mise en œuvre de ces pratiques reste difficile et ne va pas de soi.

Dans ce texte, on se propose d'interroger le paysage des pratiques numériques en conception architecturale sous l'angle de la gestion et des usages des données. On questionne en quoi les définitions actuelles du *Building Information Modeling* (BIM) et du Design Computationnel (DC) peuvent être restrictives, et comment en particulier l'émergence de l'intelligence artificielle et de la plateformisation des outils métiers transforme déjà les rapports aux données de la profession d'architecte.

Le BIM désigne un ensemble de pratiques mettant en jeu la manipulation et l'échange de données du bâtiment entre les acteurs du projet, tout au long de son cycle de vie (AFNOR, 2018 ; Eastman *et al.*, 2011 ; Lebegue & Cuba Segura, 2015). Les enjeux organisationnels, contractuels et normatifs de ces pratiques relativement nouvelles sont importants, et de multiples technologies numériques se sont développées pour les accompagner et les faciliter. Un des enjeux du BIM est de renouveler les outils du projet, et c'est tout le paysage de savoir-faire et de capabilité de l'industrie du bâtiment qui se transforme (Deutsch, 2011 ; Didelon, 2017).

Le Design Computationnel (DC) quant à lui désigne plus largement les pratiques de conception indissociables de la computation numérique et de sa culture (Carpo, 2012, 2017 ; Picon, 2010). Le DC explore les potentialités d'un grand nombre de technologies (algorithmes génétiques, génératifs, intelligence artificielle, fabrication numérique...) pour bousculer les modes de pensée de la conception et du projet. Les sensibilités des concepteurs se transforment (Bourbonnais, 2014) ainsi que les champs des possibles (Bernstein, 2018 ; Carpo, 2017 ; Terzidis, 2006). Ces pratiques se regroupent le plus souvent selon trois courants (Caetano *et al.*, 2020) : la conception algorithmique, la conception paramétrique et la conception générative.

BIM ET DESIGN COMPUTATIONNEL : DISTINGUER DES PRATIQUES ?

Ces pratiques numériques, qu'elles soient expérimentales ou intégrées dans la production architecturale quotidienne (Bourbonnais, 2014 ; Carpo, 2017 ; Picon, 2010), font l'objet d'une littérature variée mais qui, la plupart du temps, distingue BIM et DC. On peut s'interroger sur le cloisonnement qui est souvent fait par défaut entre BIM et DC.

Actuellement, le BIM est particulièrement visible. Il bénéficie d'un relatif succès critique et d'une adoption en progrès même si très hétérogène (Charef *et al.*, 2019 ; Hochscheid & Halin, 2020 ; NBS, 2020). Le DC quant à lui est moins diffusé (Stals *et al.*, 2018) et regroupe d'autres communautés de praticiens et de scientifiques (Carpo, 2017 ; Terzidis, 2006 ; Thomsen & Tamke, 2020). Cette séparation pratique et théorique entre BIM et DC pose question. En particulier puisque les enjeux actuels de la computation en architecture et le rôle qu'y jouent les larges sets de données se retrouvent dans ces deux approches.

Dans cet article, on souhaite interroger ce cloisonnement ainsi que les interfaces et relations entre pratiques du BIM et du DC. Dans la section suivante, on questionne les complémentarités entre ces approches, en particulier au regard de la conception architecturale.

LIMITES DU BIM : MALGRÉ UNE PUISSANTE GESTION DES DONNÉES, DES PRATIQUES SOUVENT BUREAUCRATIQUES ET CONSENSUELLES

Certaines limites du BIM sont pointées de façon récurrente dans la littérature. En particulier, il est souvent dénoncé que la bureaucratisation qui sous-tend les standards BIM rend les pratiques peu agiles et peu adaptées à l'idéation et la conception (Aish & Bredella, 2017 ; Boeykens, 2012 ; Marin & Segura, 2014). Ce qui, pour certains auteurs, irait jusqu'à favoriser des choix architecturaux consensuels et donc nuire à la qualité de la conception en général (Aish & Bredella, 2017 ; Carpo, 2017). Ces critiques ne sont pas négligeables, mais portent finalement seulement sur des aspects partiels du BIM. En effet, elles sont très orientées conception et font l'impasse sur les enjeux collaboratifs du BIM et sur de larges pans de ses usages, comme pour les phases de construction ou d'opération et de maintien du bâtiment.

Les enjeux de flexibilité et d'agilité des outils et des processus du BIM sont majeurs pour l'architecte, qui très souvent a besoin d'hybrider ses pratiques pour répondre à des situations toujours nouvelles (de Boissieu, 2012). Face à ces limites du BIM, le DC se pose quant à lui comme une réponse particulièrement adaptée, permettant une grande agilité et une grande ouverture (Aish & Bredella, 2017 ; Carpo, 2017 ; Marin & Segura, 2014), même si celle-ci a également ses difficultés.

LIMITES DU DESIGN COMPUTATIONNEL : MALGRÉ UNE GRANDE FLEXIBILITÉ, DES PRATIQUES ENCORE DE NICHE ET PEU COLLABORATIVES

Si le DC permet une grande agilité des pratiques, c'est au prix du développement d'expertises très spécifiques et très exigeantes (de Boissieu, 2013 ; Deutsch, 2019). Et aujourd'hui, le DC peine à se diffuser et à s'intégrer dans la globalité du processus de conception. Ses pratiques restent relativement expertes et peu diffusées, utilisées de façon ponctuelle et encore peu significative de la pratique architecturale quotidienne (Stals *et al.*, 2018). Par ailleurs, rendre possible la collaboration au sein des pratiques computationnelles reste un sujet toujours ouvert (Davis, 2013 ; Poinet, 2020). En effet, les enjeux techniques d'interopérabilité (Boeykens, 2012 ; Ferries & de Boissieu, 2018 ; Poinet, 2020 ; Speckle, 2020), mais aussi de méthode (Bucher & Hall, 2020) ne sont pas encore très matures.

À LA CROISÉE DU BIM ET DU DESIGN COMPUTATIONNEL

Si BIM et DC sont développés par des communautés de pratiques encore distinctes, de nombreux auteurs appellent à leur réunion. Ainsi Boeykens propose dès 2012 de créer un pont entre elles, en particulier en renforçant les possibilités de passerelles interopérables entre les outils de modélisation (Boeykens, 2012). Pour d'autres auteurs, il faudrait aller plus loin en sortant complètement ces pratiques de leurs silos, et pas seulement les rendre interopérables. Pour Aish, par exemple, le BIM se doit d'évoluer vers le design computationnel pour s'y intégrer complètement, sous peine de rester enfermé dans ses prémices technologiques rigides et peu adaptés aux pratiques de la conception architecturale (Aish & Bredella, 2017).

Par ailleurs, chez certains auteurs que l'on associerait plutôt au DC, on voit émerger de plus en plus de questions et de développements liés aux pratiques collaboratives et au partage de données (Poinet, 2020 ; Speckle, 2020 ; Thomsen & Tamke, 2020), que l'on peut rapprocher des enjeux

soulevés par les environnements de données communs (ou CDE pour Common Data Environment) propres au BIM (AFNOR, 2018).

Bernstein quant à lui va plus loin en posant le BIM comme la nécessaire structure épistémologique du second tournant numérique dans lequel nous nous trouvons : « [*BIM*] *real importance, potentially, is an epistemological structure upon which lots of other smart computation – including machine learning and computation – can be built* » (Bernstein, 2018, p. 7).

Si le premier tournant numérique était porté par les technologies de modélisation géométrique, le second tournant numérique concerne la computation de masse, basée en particulier sur les technologies du *cloud*, du *machine learning* et de l'intelligence artificielle (Bernstein, 2018 ; Carpo, 2017). Or, ces technologies s'appuient sur l'exploitation de grandes quantités de données, données encore peu structurées et difficilement accessibles dans l'industrie du bâtiment.

L'ESSOR DES PRATIQUES *ORIENTÉES DONNÉES* ET LE BESOIN DE *DATASETS* ADAPTÉS

La qualité des données est aujourd'hui un enjeu fort pour toutes les industries. En *data science*, il est usuellement considéré que le travail consiste à 80 % à préparer les données et à 20 % seulement à les exploiter (Anderson, 2015). Dans le domaine de l'AECO en particulier nous manquons encore de bases de données fiables pour développer l'intelligence artificielle. Dans la plupart des agences d'architecture, les données ne sont ni contrôlées ni unifiées, et restent disparates et partielles d'un projet à l'autre. Le BIM se pose ici comme un moyen puissant de définir un socle de pratiques visant à assurer la qualité des données et de leurs échanges, et permettant d'assurer que les données produites soient valorisables pendant et après le projet si on le souhaite.

Par ailleurs, l'évolution de l'offre logicielle et infrastructurelle semble ouvrir les possibles pour les pratiques computationnelles distribuées orientées sur les données, par exemple avec les développements relativement récents de RhinoInside (McNeel, 2020) et Speckle (Speckle, 2020). La particularité

de ces développements est de rendre possible une interopérabilité dynamique, adaptée aux besoins d'agilité et de flexibilité de la conception architecturale (de Boissieu & Ferries, 2018). En permettant de partager des données plutôt que des fichiers, des pratiques distribuées peuvent se mettre en place et valoriser les différentes données produites tout au long du projet. Les processus de conception reposant sur de larges bases de données interconnectées semblent aujourd'hui significatifs des besoins et des évolutions de l'industrie (Bernstein, 2018 ; Thomsen & Tamke, 2020). Cependant, ces pratiques computationnelles distribuées aux potentialités fortes à la croisée du BIM et du design computationnel sont encore peu répandues. Un champ de recherche serait à ouvrir pour interroger ces pratiques émergentes, à l'intersection du BIM et du DC.

LES ENJEUX DE CES NOUVELLES PRATIQUES : TRANSFORMATION NUMÉRIQUE ET COMPÉTENCES

Les évolutions des pratiques de conception architecturale orientée sur les données nécessitent de nouvelles ressources, avec en particulier des infrastructures informatiques adaptées, des stratégies de gouvernance et d'organisation de ces systèmes d'information ainsi que leur inscription dans les normes et guides BIM existants. Par ailleurs, on observe que les organisations des acteurs et de leurs rôles évoluent aussi (Deutsch, 2019 ; Susskind & Susskind, 2015). Les compétences nécessaires à ces évolutions sont multiples, et outre les compétences et expertises liées aux *data science* et *data management* qui pourraient entrer bientôt dans les agences d'architecture, on observe que les compétences humaines sont particulièrement clefs dans ces nouvelles organisations (Davies *et al.*, 2015 ; Deutsch, 2019 ; Susskind & Susskind, 2015). La profession d'architecte se transforme toujours plus sous l'impulsion du numérique (Bernstein, 2018 ; Didelon, 2017) et l'on peut s'attendre à des bouleversements supplémentaires avec les développements des pratiques orientées sur les données et en particulier de l'intelligence artificielle (Susskind & Susskind, 2015).

CONCLUSIONS

Les évolutions des pratiques à la rencontre entre BIM et design computationnel sont nécessaires pour répondre au second tournant numérique dans lequel nous sommes actuellement. En effet, la computation de masse permettant l'intelligence artificielle et le *machine learning* repose sur l'exploitation de grandes bases de données que le secteur de l'AECO (architecture, ingénierie, construction et opération) peine encore à mettre en place.

Nous avons montré que les limites et les forces du BIM et du DC se répondaient, en particulier en termes de flexibilité, de structuration des données et de qualité des échanges. Malheureusement, le développement de pratiques hybrides entre BIM et DC est encore réduit. Ces pratiques sont le plus souvent développées par des acteurs différents, travaillant en silos et s'échangeant des données grâce à des passerelles interopérables toujours réinventées. Pourtant, d'autres pratiques émergent, qui soulèvent de nombreuses questions du point de vue des infrastructures et technologies nécessaires, mais aussi du point de vue de l'évolution des rôles des acteurs de la conception et de leurs compétences, ainsi que des processus et organisations mis en place.

Si le BIM fait aujourd'hui l'objet d'un début de consensus international avec l'ISO 1960 (AFNOR, 2018), l'industrie de l'AECO et ses techniques continuent à évoluer. La recherche et l'enseignement se doivent de suivre et d'anticiper les adaptations des compétences à ces besoins. On est face ici à un nouvel enjeu de connaissance sur les impacts techniques, cognitifs et organisationnels de ces pratiques puisque celles-ci, à la croisée du BIM et du design computationnel, restent à l'interface de deux communautés d'usage et sont encore relativement peu abordées par la littérature scientifique.

RÉFÉRENCES

AFNOR (2018). *NF EN ISO 19650-1, Organisation et numérisation des informations relatives aux bâtiments et ouvrages de génie civil, y compris modélisation des informations de la construction (BIM)*.

Aish, R. et Bredella, N. (2017). « The evolution of architectural computing: From Building Modelling to Design Computation ». *Arq: Architectural Research Quarterly*, 21(1), pp. 65-73. [En ligne, https://doi.org/10.1017/S1359135517000185].

Anderson, C. (2015). *Creating a data-driven organization*. O'Reilly.

Bernstein, P. G. (2018). *Architecture, design, data: practice competency in the era of computation*. Bâle, Birkhäuser Architecture.

Boeykens, S. (2012). « Bridging building information modeling and parametric design ». *EWork and EBusiness in Architecture, Engineering and Construction* [Actes du colloque européen Product and Process Modelling, ECPPM, août 2012], pp. 453-458. [En ligne, https://doi.org/10.1201/b12516-71].

Bourbonnais, S. (2014). *Sensibilités technologiques : expérimentations et explorations en architecture numérique 1987-2010*. Paris, Université Paris-Est.

Bucher, D. F. et Hall, D. M. (2020). « Common Data Environment within the AEC Ecosystem: Moving collaborative platforms beyond the open versus closed dichotomy » [27e workshop international, intelligent computing in engineering, juillet].

Carpo, M. (2017). *The second digital turn: Design beyond intelligence*. Cambridge MA, The MIT Press.

Charef, R., Emmitt, S., Alaka, H. et Fouchal, F. (2019). « Building Information Modelling adoption in the European Union: An overview ». *Journal of Building*. [En ligne, https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100777].

Davies, K., McMeel, D. et Wilkinson, S. (2015). « Soft skills requirements in a BIM project team ». J. Beetz, T. Hartmann, L. van Berlo et R. Amor (éds). [Actes du 32e colloque international CIB W78], pp. 108-117. [En ligne, https://hdl.handle.net/10652/3239].

Davis, D. (2013). *Modelled on Software Engineering: Flexible Parametric Models in the Practice of Architecture*. Melbourne, RMIT University. [En ligne, https://www.danieldavis.com/papers/danieldavis_thesis.pdf].

de Boissieu, A. (2012). « Numérique et architecture : quelles hybridations des pratiques ? » *DNArchi*. [En ligne, ttp://dnarchi.fr/analyses/le-numerique-en-agence-darchitecture-quelles-hybridations-des-pratiques].

de Boissieu, A. (2013). *Modélisation paramétrique en conception architecturale : caractérisation des opérations cognitives de conception pour une pédagogie*. Paris, Université Paris-Est.

Deutsch, R. (2019). *Superusers: Design technology specialists and the future of practice*. Londres, Routledge.

Didelon, V. (2017). « L'empire du BIM ». *Criticat*, avril.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. et Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modelling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. Hoboken NJ, John Wiley & Sons.

Ferries, B. et de Boissieu, A. (2018). « Pour une interopérabilité dynamique ». *EduBIM*. [En ligne, https://www.researchgate.net/publication/331180906_Pour_une_interoperabilite_dynamique].

Hochscheid, E. et Halin, G. (2020). « Baromètre BIM : une enquête sur l'adoption du BIM dans les agences d'architecture en France ». *SCAN'20*, juin.

Introduction to Speckle. [En ligne, https://github.com/speckleworks].

Marin, P. et Segura, J. A. C. (2014). « Outils, méthodes et acteurs : analyse des limites à l'utilisation de la maquette numérique ». *Interaction des maquettes numériques* [Actes du 6e séminaire de conception architecturale numérique]. *SCAN'14*, avril, pp. 37-46.

McNeel, R. (2020). *Rhino.Inside*. [En ligne, https://www.rhino3d.com/inside].

NBS (2020). 10e rapport annuel BIM.

Picon, A. (2010). *Culture numérique et architecture : une introduction*. Bâle, Birkhäuser.

Poinet, P. (2020). « Enhancing Collaborative Practices in Architecture, Engineering and Construction through Multi-Scalar Modelling Methodologies » [Aarhus School of Architecture]. *Researchgate-online*, avril. [En ligne, https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25478.73280].

Ribeirinho, M. J., Mischke, J., Strube, G., Sjödin, E., Blanco, J. L., Palter, R., Biörck, J., Rockhill, D. et Andersson, T. (2020). « McKinsey Report: The next normal in construction How disruption is reshaping the world's largest ecosystem ». McKinsey & Company, juin.

Stals, A., Jancart, S. et Elsen, C. (2018). « Influence of parametric tools on the complexity of architectural design in everyday work of Sme'S ». *Archnet-IJAR*, 12(3), pp. 206-227. [En ligne, https://doi.org/10.26687/archnet-ijar.v12i3.1665].

Susskind, R. E. et Susskind, D. (2015). *The Future of the Professions: How Technology Will Transform the Work of human experts*. Oxford University Press.

Terzidis, K. (2006). *Algorithmic Architecture*. New York, Princeton Architectural Press.

« The world's most valuable resource is no longer oil, but data » (2017). *The Economist*, pp. 5-8.

Thomsen, M. R. et Tamke, M. (2020). « Design Transactions ». *Design Transactions*. Londres, UCL Press. [En ligne, https://doi.org/10.2307/j.ctv13xprf6.3].

#15

CONSTRUCTION HISTORIQUE DE LA FIGURE DE L'ARCHITECTE : MYTHE ANALOGIQUE ET FICTION NUMÉRIQUE

Damien Claeys

En commentant quelques estampes classiques et dessins satiriques, une analyse réflexive est établie au sujet de la construction historique de la figure de l'architecte. Deux moments jugés importants sont mis en évidence. D'un côté, la Renaissance est décrite comme le moment cristallisant la rencontre fructueuse entre la profession d'architecte et l'usage des outils de représentation analogiques. De l'autre, la fin des années 1960 est un point de référence dans l'évolution de l'image du concepteur par l'intégration de la pensée computationnelle menant au développement et à l'usage progressif des outils de représentation numérique. À travers ce parcours diachronique, une filiation est identifiée entre quelques portraits allégoriques d'architectes, dessinés au trait avant d'être gravés (Vignole, Philibert de L'Orme et la famille Larmessin), et trois caricatures emblématiques (publiées par J. Christopher Jones en 1969). De là, d'autres portraits sont proposés et leur dimension allégorique tente de cerner la posture de l'architecte contemporain condamné, s'il ne se réinvente pas, à l'obsolescence programmée de sa profession face aux effets de la troisième révolution industrielle.

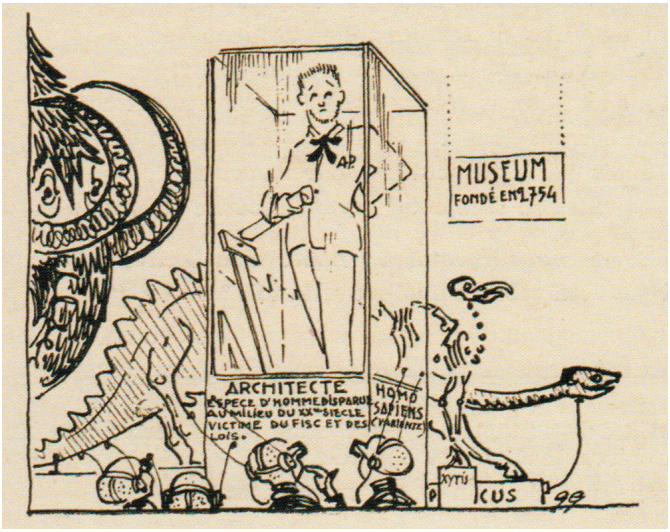
DAMIEN CLAEYS

Architecte, systémicien et docteur en art de bâtir et urbanisme, Damien Claeys est professeur à la Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (LOCI) de l'Université catholique de Louvain (UCLouvain).
Il enseigne le projet, la théorie et le dessin d'architecture. Il mène des recherches historiques, critiques et méthodologiques en conception architecturale, en théorie d'architecture et en théorie des systèmes.

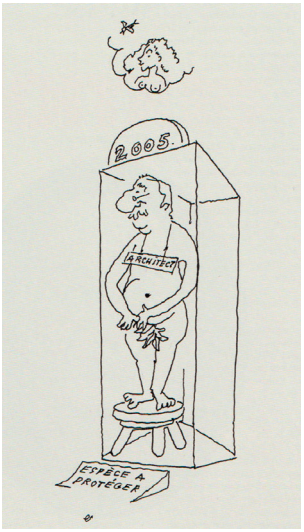
L'illustration en couverture du présent ouvrage tente d'accrocher le regard du lecteur potentiel. La coprésence d'un chapeau de magicien orné d'étoiles et d'un casque de réalité virtuelle connecté au Wi-Fi peut susciter chez le lecteur une certaine perplexité. Mais ce visuel – intrigant à dessein – a également pour objectif de pousser le lecteur à se questionner. À la manière des estampes allégoriques présentes sur les frontispices des traités classiques d'architecture, elle a été conçue pour transmettre un *message*.

En effet, au moment de clôturer l'ouvrage, il est utile d'expliciter la portée symbolique de ce portrait inaugural, donnant un éclairage sur l'interrogation centrale soulevée par ce livre. Le contexte de ce questionnement pourrait être résumé ainsi : tout comme de nombreuses autres disciplines traditionnelles, l'architecture est fortement impactée par l'accélération générale de la digitalisation du réel, consécutive aux effets de la troisième révolution industrielle, si bien que, dans ces conditions, la profession d'architecte telle que nous la connaissons aujourd'hui pourrait disparaître. De là, les questions suivantes se posent : l'architecte sera-t-il empaillé dans l'une des vitrines du musée des métiers d'autrefois ? L'*obsolescence programmée* de la profession est-elle inéluctable ? Ou l'architecte possède-t-il des atouts pour la réadapter aux attentes de notre époque ?

Pour apprécier le portrait, l'illustration doit être contextualisée à partir des liens qu'elle entretient avec d'autres illustrations plus anciennes. Bien que présentée seule en couverture, elle prend *sens* dans une succession historique de portraits d'architectes ou, de manière plus générale, de concepteurs de l'environnement construit. Ces multiples représentations peuvent être insolemment réductrices ou volontairement synthétiques et la plupart d'entre elles sont injustement genrées.



△ Figure 1. Georges Ganuchaud, « Le croquis du mois, Musées futurs », *Bulletin mensuel des architectes de province,* 63e année, no 8, août 1954.



△ Figure 2. Claude Parent, *L'Architecte, espèce à protéger*, 2005, p. 53.

Depuis l'Antiquité, l'image de l'architecte s'exprime dans tous les médias de représentation disponibles, parallèlement aux modalités à la fois de leur développement technique propre et de l'usage professionnel que les architectes en font. Certaines représentations anciennes sont notoires, bien que distantes de nous, à l'image de la statue mésopotamienne de Gudea, gouverneur de la cité de Lagash – dite la statue de « l'architecte en plan » – observable au Musée du Louvre à Paris (env. XXIIe siècle avant J.-C.) ou de la statue égyptienne de l'architecte Khâ, trouvée à Deir el-Médineh et présentée au Musée égyptologique de Turin (env. XIVe siècle avant J.-C.). D'autres appartiennent à la culture européenne comme, dans la cathédrale de Reims, la représentation des maîtres d'œuvre du labyrinthe (construit au XIIIe siècle et détruit fin du XVIIIe siècle) ou celle de l'architecte Hugues Libergier sur la dalle de son catafalque (XIIIe siècle). Citons encore, dans la Salle des Cinq Cents du Palazzo Vecchio à Florence, les représentations en architecte de Cosme Ier de Médicis, sur les caissons du plafond, peints par Giorgio Vasari et ses assistants (XVIe siècle).

Plus récemment, l'apparition de la photographie, du cinéma ou de la bande dessinée multiplie encore les clichés et les points de vue sur les architectes. Par ailleurs, un grand éclectisme règne dans l'allure choisie par les illustres

représentants de la profession lorsqu'ils se mettent en scène quotidiennement : un dandy excentrique arborant nœud papillon, lunettes cerclées de noir et feutre démodé ; un artisan distingué portant un costume trois pièces Hollington avec un gilet à vingt poches ; un hippy sous influence exhibant une chemise à fleurs avec un bandana noué autour de la tête ; un artiste déguisé en baroudeur au visage mangé par une barbe de trois jours ; ou encore un profil digital de *stararchitecte* tout de noir vêtu. La construction visuelle de la figure de l'architecte a revêtu tant de formes qu'il serait impossible de les présenter de manière exhaustive.

UN MOMENT ANALOGIQUE

Une filiation est identifiable entre ces multiples représentations et les portraits allégoriques d'architectes, réalisés au trait et reproduites dans les traités d'architecture de la fin de la Renaissance, lorsqu'ils mettent en scène avantageusement l'architecte, à une époque où ce dernier – en tout cas la minorité de ceux qui ont la chance d'exercer dans le contexte des cours princières et royales ou pour de riches mécènes – tente de conquérir un nouveau statut professionnel et de faire de la discipline architecturale un *ars liberalis* à part entière. Bien que l'origine de leur utilisation ne puisse évidemment pas être établie avec précision et soit bien plus ancienne, la Renaissance est considérée ici comme le moment clé de la rencontre fructueuse entre la profession d'architecte et l'usage des outils de représentation *analogiques*.

Avant la réinvention occidentale de l'imprimerie, les représentations d'architectes sont peu nombreuses et les rares dessins dans les lettrines, le corps ou les marges des textes manuscrits n'ont pas le même retentissement que les frontispices contenant un portrait gravé et reproduit à l'identique (Baridon, 2011). Parmi ces derniers, trois exemples emblématiques de figuration de cette période sont évoqués ici. Depuis l'Italie jusqu'à la France, ils ont été choisis parce que leur expression graphique influence encore aujourd'hui l'inconscient collectif des membres de la profession.

D'abord, dans le frontispice de la *Regola delli cinque ordini d'architettura* (1562), Giacomo Barozzi da Vignola (dit Vignole) a placé un autoportrait centré dans une baie, le compas à la main, et il l'a encadré par les allégories

de la théorie et de la pratique (figure 3). La *Regola* serait « la première formulation du frontispice architecturé avec portrait de l'auteur », dont la composition magistrale a été « souvent imitée pendant toute la période moderne » (Baridon, 2011). En effet, ce portrait de Vignole se retrouverait « sous des formes plus ou moins fidèles à l'original » dans « les quelque cinq cent quatorze éditions postérieures de la *Regola* », si bien qu'il devient une forme de « prototype » influençant celui de nombreux autres traités par la suite. La composition a pour finalité première de « promouvoir le statut de l'architecte » en commençant par placer son portrait au centre. Elle met également en évidence un premier élément important, volontairement associé au profil de l'architecte : la capacité de ce dernier à opérer une synthèse entre art et science, par la présence opportune, à la fois de l'allégorie de la théorie, à gauche, exhibant des planches d'un traité, et de celle de la pratique, à droite, montrant à l'architecte des outils de projétation (règle, équerre et compas). Par ailleurs, dans l'édition posthume du traité réalisé par le mathématicien Ignazio Danti à partir d'un manuscrit de Vignole et appelé *Le due regola della prospettiva pratica* (1583), une version adaptée de cette composition apparaît (figure 4) sous la forme d'« un buste en ronde-bosse placé sous les voûtes d'un édifice dont les colonnades accentuent l'effet de perspective » (Baridon, 2011). Comme dans la *Regola*, cette seconde composition traite l'espace en perspective de façon à « accentuer la présence de l'auteur », ce qui dénote un deuxième élément important associé

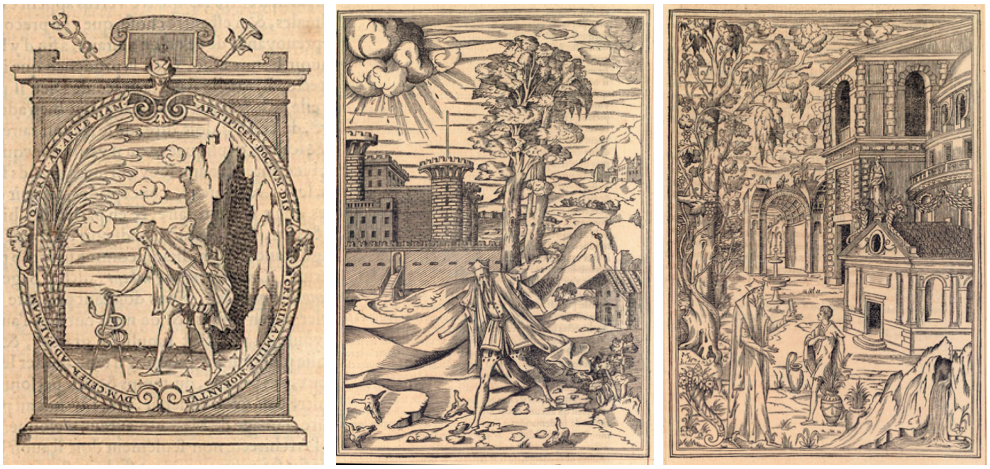
△ Figure 3. Vignole, Frontispice et deux détails de *Regola delli cinque ordini d'architettura*, 1562.

△ Figure 4. Vignole, Frontispice de *Le due regole della prospettiva pratica*, 1583.

au portrait avantageux de l'architecte : l'usage de la *perspectiva artificialis*, une méthode de représentation fondée sur la science de la vision. Cette véritable théorie de l'image occidentale donne à l'architecte une autorité pour opérer la synthèse entre art et science et une habilitation à concevoir et à représenter des projets *avant* leur édification.

Ensuite, dans l'« Allégorie du trait » du *Premier tome de l'Architecture* (1567-1568), Philibert de L'Orme glorifie l'architecte qui s'extrait – non sans difficultés – de la grotte obscure du Moyen Âge vers la palme de la Renaissance, grâce à sa science et à ses outils (figure 5a). La gravure est entourée par la sentence *Artificem doctum discrimina mille morantur, dum celer ad palmam quœrit ab arte viam*, que de L'Orme traduit lui-même dans son texte par « De mille peines et mille empêchements est retardé l'Artisan docte et sage, quand par son Art, savoir et instruments, il cherche vers la Palme le passage ». La caverne évoque le lieu d'étude, de contemplation et de solitude ; les cailloux pointus éparpillés sur le sol symbolisent les difficultés et les obstacles ; la palme indique le but que l'architecte doit poursuivre pour obtenir la gloire, l'honneur et la victoire. Pour de L'Orme, le grand compas de l'appareilleur à la main, l'architecte doit acquérir le savoir secret de l'art du trait pratiqué par les maîtres maçons du Moyen Âge depuis la fin du XII^e^ siècle – et considéré comme un art mécanique –, pour maîtriser les chantiers, connaître la renommée et les honneurs et, enfin, pour que l'architecture acquière son nouveau statut d'art libéral (Potié, 1996). L'art du trait devient alors une science de l'architecte inscrite sous le patronage d'Hermès Trismégiste dont le buste trône au-dessus de la gravure, entre le caducée désignant le caractère mercurien des sciences et des arts et la trompette de la renommée qu'un artisan peut espérer avec son talent. Le parallèle est évident entre cette scène et la montée progressive dans les sphères du savoir symbolisée par le mythe de la caverne platonicienne.

Dans le traité, Philibert de L'Orme présente deux autres allégories. Dans l'« Allégorie du mauvais architecte » (figure 5b), ce dernier n'a pas de mains parce qu'il ne sait rien faire, il n'a pas d'yeux « pour connaître les bonnes entreprises », il n'a pas d'oreilles « pour entendre les sages » et il n'a pas de nez « pour ressentir de bonnes choses ». Selon de L'Orme, « il a seulement une bouche pour babiller et médire » et un « bonnet de sage » pour donner une « bonne opinion » de lui à la société. Donnant une mauvaise image de la profession et mal assuré, le mauvais architecte est représenté errant dans un paysage désolé, occupé par un sordide château



△ Figure 5. (a) « Allégorie du trait », (b) « Allégorie du mauvais architecte », (c) « Allégorie du bon architecte ». Philibert de L'Orme, *Premier tome de l'Architecture*, 1561, p.112, p. 281 et p. 283.

médiéval. Par contre, dans l'« Allégorie du bon architecte » (*cf.* figure 5c), ce dernier évolue dans un jardin luxuriant, entouré d'édifices antiques et renaissants. Et de L'Orme nous dit que l'architecte doit être « prompt » à « ouïr » les sages et être « diligent » à observer beaucoup de choses en voyageant et en lisant, pour développer art et science. L'architecte représenté possède quatre mains « pour montrer qu'il a à faire et manier beaucoup de choses en son temps, s'il veut parvenir aux sciences qui lui sont requises ». Le jeune disciple présent montre qu'il enseigne volontiers son savoir à d'autres et les ailes attachées à ses pieds montrent qu'il traitera ses entreprises avec diligence et rapidité. À l'époque, ces deux dernières allégories réinterprètent et revalorisent les valeurs de l'Antiquité au détriment de la période médiévale qui s'achève.

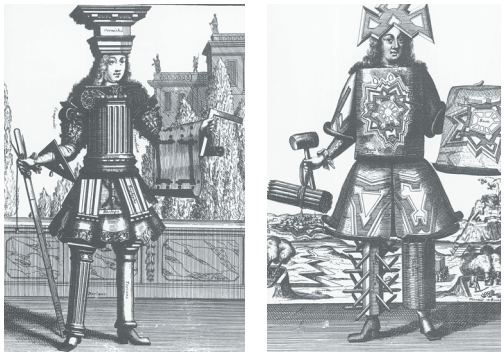
Enfin, dans le recueil d'estampes *Costumes grotesques* (env. 1695), les graveurs et éditeurs français de la famille Larmessin présentent différents personnages de l'époque, accompagnés des outils et des productions de leurs métiers, donnant par le biais d'une synthèse graphique plus ou moins fantaisiste une forme d'identité à chaque profession représentée. Dans ces estampes, les Larmessin prolongent l'esprit des *ballets de cour* ayant leur apogée sous le règne de Louis XIV. Ils sont organisés par l'administration des Menus Plaisirs du Roi qui assure l'ingénierie des décors, la création des costumes et la conception des spectacles. Ces divertissements sont des outils de propagande politique ayant lieu devant la cour et, entre autres, des

ambassadeurs étrangers. Le Roi, la famille royale et des courtisans dansent dans des déguisements faits sur mesure, les mettant en valeur et les métamorphosant complètement. Ainsi, l'ingénieur et dessinateur des Plaisirs du Roi Henri de Gissey crée des costumes pour le *Ballet royal de la nuit* (1653) et un dessin à la gouache lui est attribué : il représente Louis XIV dansant dans un déguisement d'Apollon, le dieu grec du soleil et des arts, ce qui lui vaudra le titre de Roi-Soleil (figure 6). S'inspirant de Gissey, son successeur, Jean Bérain réalise une estampe appelée l'« Habit d'Architecte » (1682) – reprise dans un recueil d'estampes créées par différents auteurs (relié vers 1703) – dans laquelle le personnage semble encore danser en secouant tout son attirail, le grotesque étant d'abord un habit ridicule, bizarre et extravagant (figure 7).

Parmi les différents métiers représentés dans des costumes imaginaires avec les attributs de leur état, les Larmessin présentent l'« Habit de l'Architecte » (figure 8a), personnifié par le recours à la théorie des ordres architecturaux, et l'« Habit de l'Ingénieur » (figure 8b), associé à la construction des fortifications et de l'architecture militaire. À cette époque, les distinctions entre les métiers et les titres d'architecte et d'ingénieur sont encore confuses, mais l'apparition de la figure de l'ingénieur dans la série annonce la création des grandes écoles pour former des cadres de l'administration au XVIII^{e} siècle et le repli progressif de l'architecte du côté de l'esthétique, principalement à l'École des beaux-arts, en laissant aux ingénieurs la dimension plus constructive de la conception architecturale. Et l'architecte français César Daly (1877) écrit déjà que cette situation menant à de nombreux préjugés devrait être dépassée : « Depuis le commencement

△ Figure 6. Henri de Gissey (attribué à), « Louis XIV déguisé en Soleil levant », *Ballet de la nuit,* 1653.

△ Figure 7. Jean Bérain, « Habit d'Architecte », *Recueil des modes de la cour de France*, 1682, planche 132.



△ Figure 8. (a) « Habit d'Architecte », (b) « Le métier d'ingénieur ». Nicolas de Larmessin, *Les costumes grotesques et les métiers*, env. 1695.

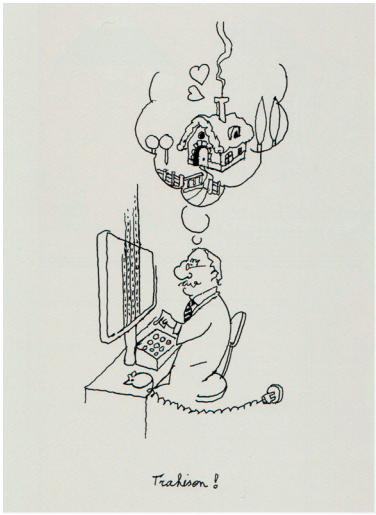
du [XIXe] siècle, architectes et ingénieurs se regardent, chez nous, avec plus d'étonnement que de bienveillance. On croirait le dieu a + b et la déesse *Fantaisie* en train de se dévisager réciproquement. »

La filiation avec les estampes classiques se prolonge dans les représentations au trait de la figure de l'architecte de l'époque moderne, entre puissance démiurgique et courtisanerie des puissants, à la rencontre entre art et science, entre création et ordre, entre expression et ingénierie, entre conception et construction.

Les dessins satiriques d'architectes sont nombreux et ils traitent régulièrement de la tête et des mains du concepteur, là où seraient logées corporellement ses aptitudes à la théorie et à la pratique. Il suffit de penser à la série des *Archi-têtes*, composées par l'architecte et dessinateur britannique Louis Hellman, ou aux couvertures de la revue *Domus*, réalisées par l'illustrateur italien Lorenzo Mattoti en 2010. Au XIXe siècle déjà, l'architecte danois Vilhelm Dahlerup publie un dessin montrant un architecte guilleret rentrant de voyage (figure 9). Son habit élégant affirme son élévation sociale, les monuments peuplant sa coiffe montrent l'étendue de la culture millénaire qu'il possède et sa posture est volontaire. Mais l'autorité artistique de l'architecte ne suffit plus face aux constructions soutenues par l'industrialisation. La composition formelle et la distribution des espaces face aux projets rationnels, utiles et spectaculaires réalisés par les ingénieurs, dont l'apothéose est l'édification de la Tour Eiffel à la fin du siècle (1889). Plus récemment, l'architecte luxembourgeois Léon Krier, inspiré de Dahlerup, montre un architecte sous les traits de Le Corbusier, personnifiant le Mouvement moderne, dont les références culturelles sont imposées par le machinisme inhérent aux concepts de *progrès* et de *croissance* – sous le patronage du dollar et de l'*american way of life* – et servant de main-d'œuvre qualifiée pour la promotion immobilière (figure 10) : « Ce n'est plus alors la concurrence des ingénieurs qui menace l'architecte mais bien la déconsidération générale » (Culot, 2017). De son côté, l'architecte français Claude Parent représente de manière ironique la différence entre la pensée imaginaire de l'architecte – un projet reprenant l'archétype du paradis terrestre sous l'image de la maison merveilleuse en pain d'épice du conte populaire *Hansel et Gretel* des frères Grimm – et le machinisme de l'ordinateur pour la représenter – un projet converti par un système de numération binaire en une succession incompréhensible de zéros et de uns (figure 11).

△ Figure 9. Vilhelm Dahlerup, « Portrait de l'architecte revenant de voyage », dessin, env. 1880.

△ Figure 10. Léon Krier, « L'architecte de l'ère machiniste », dessin, 1979.



△ Figure 11. Claude Parent, *Trahison*, 2005, p. 149.

UN MOMENT NUMÉRIQUE

Opérons maintenant un mouvement de pensée vers la culture anglo-saxonne en nous arrêtant sur un moment clé de la construction visuelle de la figure de l'architecte, au moment de l'expérimentation des premières intégrations des outils numériques dans les agences d'architecture, à la charnière entre modernisme et postmodernisme.

Établir une date précise pour cette rencontre est ridicule, mais la charnière entre les années 1960 et les années 1970 est retenue ici en tant que moment inaugural des plus grandes mutations de notre époque contemporaine et de la rencontre originale entre la profession d'architecte et l'usage des outils de représentation *numériques*. Plusieurs événements importants se superposent, parmi lesquels les manifestations de Mai 1968, un malaise dans l'enseignement de l'architecture depuis l'après-guerre menant à la fermeture de l'École des beaux-arts en 1968, l'être humain marchant pour la première fois sur la Lune en 1969 et l'invention du microprocesseur en 1971, annonçant le développement des micro-ordinateurs et l'émergence de la troisième révolution industrielle.

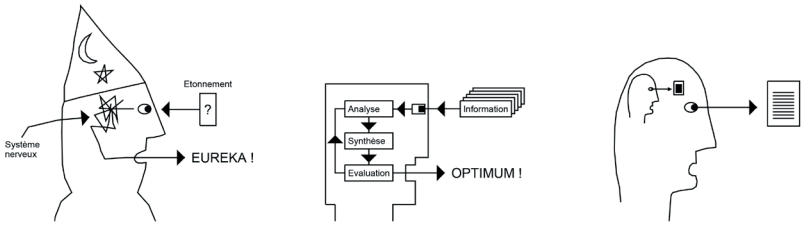
En 1967, les architectes britanniques Geoffrey H. Broadbent et Anthony Ward organisent le symposium *Design Methods in Architecture* (1967) à la School of Architecture de Portsmouth. Cet événement réunissant des designers, des ingénieurs et des architectes britanniques est considéré comme le troisième rendez-vous historique établissant ce qui est communément appelé le *design methods movement* (DMM). L'objectif principal du symposium est de montrer que les processus de conception en architecture peuvent être étudiés à partir des mêmes principes que ceux de la conception en ingénierie ou en design industriel. En raison de divergences entre les participants, un clivage s'est creusé entre :

- les *behavioristes* aspirant à systématiser les processus de conception architecturale de manière mécanique, quantitative, objectivée, rationnelle et séquentielle, à partir des comportements apparents des concepteurs ;
- les *existentialistes* défendant la spécificité de la conception architecturale confrontée à la résolution de problèmes complexes et en valorisant sa dimension qualitative rendue nécessaire par l'intégration de la subjectivité inhérente aux facteurs environnementaux et sociaux.

En concluant le symposium de Portsmouth, le designer britannique J. Christopher Jones (1969, p. 193) – l'un des pionniers du DMM – présente un état des lieux entre les méthodes de conception en architecture de l'époque, en montrant leurs points communs et divergents. Ensuite, il décrit deux postures théoriques qui s'opposent – celle de l'existentialisme, obnubilée par l'acte créatif, et celle du rationalisme, préoccupée par l'établissement d'un processus scientifique –, avant d'envisager l'émergence d'une troisième voie, celle des modèles *réflexifs* de la conception, dont le plus connu sera celui du philosophe américain Donald A. Schön (1983).

En 1969, dans les actes du symposium, parus il y a maintenant un demi-siècle, J. Christopher Jones publie trois dessins – aujourd'hui tenus pour emblématiques de cette période charnière – qu'il qualifie de « portraits cybernétiques » ou d'« images cybernétiques du concepteur » et qui caricaturent les trois types de modèles méthodologiques, correspondant respectivement aux postures existentialiste, rationaliste et réflexive. Par ailleurs, il réutilise ces trois caricatures dans son ouvrage le plus connu – *Design Methods, Seeds of Human Futures* (1970) – où il dresse un état de l'art encyclopédique, synthétique et réflexif des méthodologies de la conception utilisées à l'époque. Ces trois caricatures emblématiques sont (figure 12) :

1. le portrait du « *designer as a magician* » (concepteur magicien) à partir du point de vue de la créativité, largement défendu par les praticiens de l'architecture qui s'identifient encore à la figure du créateur démiurgique en manque de reconnaissance, en valorisant la magie romantique de la « *black box* » (boîte noire), associée au mythe du génie solitaire auquel un être divin transcendant, un état pathétique de folie, un talent inné, un trait de personnalité rare ou une intelligence exceptionnelle aurait donné l'inspiration créatrice. Le portrait caricature deux types d'approches psychologiques apparues à la fin du XIX^e^ siècle : le behaviorisme menant à la première cybernétique et l'existentialisme soutenu par la psychothérapie ;
2. le portrait du « *designer as a computer* » (le concepteur-ordinateur) à partir du point de vue de la rationalité, prôné par les cognitivistes dont les modèles mathématiques finissent par se complexifier arbitrairement en suscitant l'incompréhension des praticiens de l'architecture, en décrivant l'illumination de la « *glass box* » (boîte de verre) rendue possible par la révolution cognitive apparue à la fin des années 1950, combinant la psychologie cognitive, l'intelligence artificielle et les neurosciences pour décrire scientifiquement l'activité cérébrale. Le cerveau du concepteur est alors considéré comme un système de traitement de l'information *fermé* et l'analogie de l'ordinateur cérébral est régulièrement reprise. Cette posture assume l'hypothèse que les processus de conception peuvent être entièrement descriptibles ;
3. le portrait du « *designer as a self-organizing system* » (concepteur auto-organisé) à partir du point de vue de la réflexivité, largement adopté par les praticiens contemporains de l'architecture, en modélisant le concepteur comme un système auto organisé ouvert parallèlement à l'émergence de la seconde cybernétique – la pensée systémique – au début des années 1970 et qui intègre les facteurs environnementaux et sociétaux, au cours d'un processus cyclique et itératif. Il valorise le concepteur s'interrogeant *réflexivement* sur le *contexte* d'apparition des connaissances à partir desquelles il conçoit le projet. Elle revalorise également la valeur pratique de toute théorie de la conception, opérée par un « praticien réflexif » (Schön, 1983).



△ Figure 12. (a) « Designer as a magician », (b) « Designer as a computer », (c) « Designer as a self-organizing system ».
Redessiné d'après les trois caricatures originales de J. Christopher Jones (1969, pp. 193-197).

Selon Jones, les méthodes créativistes sont efficaces, sans que nous ne sachions pourquoi, et les méthodes rationnelles sont très claires, mais peu opérationnelles. Il affirme que la voie réflexive est à la rencontre entre l'art et la science, elle évite aussi bien les écueils du pur mysticisme (*black box*) que ceux de la rationalité à tout prix (*glass box*), elle permet de relier *savoir-faire* et *savoir-penser*.

Depuis 1969, les trois portraits ont été régulièrement cités, publiés ou analysés, pour l'« argumentation analogique » qu'ils sous-tendent (Chupin, 2010) ou pour leur importance historique dans la compréhension de l'émergence des *design thinking* (Claeys, 2013).

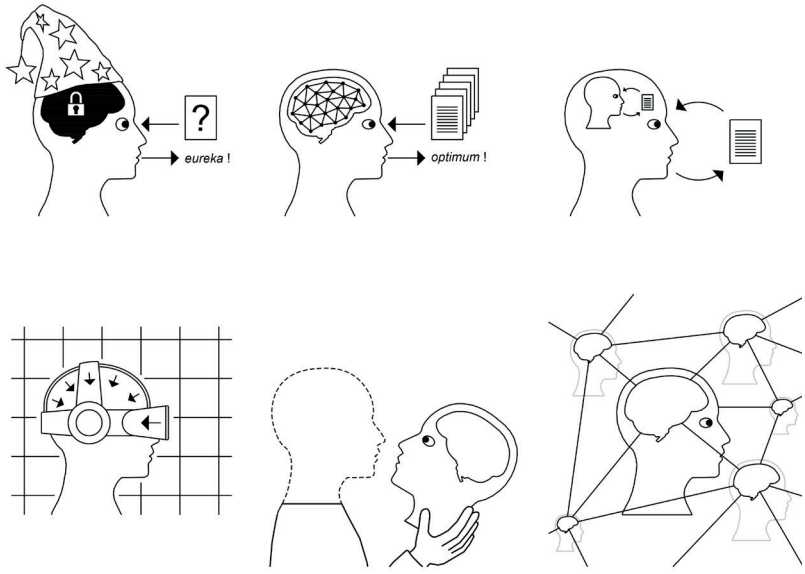
Cinquante ans après l'édition de ces caricatures, la question s'est posée : outre la boîte noire, la boîte de verre et la boîte dans la boîte, y aurait-il d'autres caricatures potentielles du concepteur en ce début de XXI^e^ siècle ?

Dans un précédent essai spéculatif, les trois caricatures originales de Jones ont été revisitées à la lumière de notre époque actuelle et, complémentairement, trois nouvelles ont été proposées (Claeys, 2019). À partir du moment où la troisième voie annoncée par Jones – l'autoréflexivité – décrit un mouvement *intérieur* d'autonomie de la pensée, un mouvement complémentaire doit être envisagé vers l'extérieur du sujet, de l'autonomie à l'altérité, qu'elle soit libre ou imposée. Le mouvement vers ce qui est *autre* peut être compris comme le passage, avec de nombreuses nuances, du génie solitaire à l'intelligence collective, de l'hybridation entre l'intelligence humaine et l'intelligence artificielle. Trois portraits supplémentaires sont donc proposés à

partir d'interactions *externes* entre le concepteur et d'autres concepteurs ou objets (figure 13) :

1. le portrait du « concepteur immergé » (le corps dans une boîte) faisant référence à l'effet essentiel de l'architecture étant par essence, selon le philosophe allemand Peter Sloterdijk (2006), un « art de l'immersion » de l'être humain dans des environnements artificiels élaborés selon un processus culturellement contrôlé. Les environnements immersifs connectés sont des outils de médiation qui prolongent artificiellement cet effet. La *réalité augmentée* (AR) n'est pas mise en boîte totale, elle est semi-immersive puisque des objets virtuels sont simplement ajoutés dans un environnement réel. Par contre, la *réalité virtuelle* (VR) tente d'être globalement immersive, en créant virtuellement un environnement ressemblant au réel et en saturant tous les organes perceptifs de l'usager. Les architectes sont donc confrontés à de nouveaux outils de mise en immersion volontaire pour concevoir, expérimenter et représenter leurs projets ;
2. le portrait du « concepteur externalisé » (la boîte externe au corps) dénote le rapport à l'*externalisation* de capacités et de processus cognitifs, tels que décrits métaphoriquement par le philosophe français Michel Serres (2012), lorsqu'il utilise l'histoire du martyre de saint Denis comme allégorie de l'externalisation généralisée des connaissances sur des périphériques externes. De là, en donnant une nouvelle actualité à la célèbre maxime populaire paraphrasant Montaigne, sachant qu'un ordinateur possède une *tête* bien pleine, mais mal faite, l'être humain du XXIe siècle doit nécessairement avoir, au minimum, une tête bien faite pour faire face au déclin de ses capacités de mémorisation. La figure du saint portant sa tête renvoie à l'image de l'être humain contemporain déléguant à une tête électronique la mémorisation et le calcul et qui, ainsi allégé, développerait une créativité nouvelle. À puissance cognitive égale, le concepteur diminue sa capacité de mémorisation au profit de celle d'imagination en externalisant les données pour se concentrer sur leurs mises en relation dynamique ;
3. le portrait du « concepteur-en-réseau » (le corps est une boîte dans un réseau de boîte) modélise le concepteur à partir du point de vue de la *mise en réseau* de capacités et de processus cognitifs. Le portrait précédent montrait l'externalisation supposée de certaines capacités cognitives depuis une tête unique, ce portrait-ci montre, par la mise en réseau de boîtes, l'interaction possible entre plusieurs externalisations liées à différentes têtes pensantes, humaines ou non, et aux

effets démultiplicateurs provoqués par la toile, du point de vue des interactions sociales et créatives. Ce type de réseaux a pris véritablement *corps* lors du lancement public de l'Internet au début des années 1990 et, plus encore, lors de l'arrivée, au début des années 2010, des services de stockage *dans les nuages* (*cloud*) de grandes quantités de données, à distance dans des entrepôts monumentaux, discrets et sécurisé : des centres de données (*data centre*). La taille cumulée des serveurs abrités par ces derniers provoque le développement d'ensembles de données gigantesques, du datamasse (*big data*) nécessitant de nouveaux outils de collecte, de stockage, d'organisation et de traitement des données, mais également des outils statistiques d'aide à la décision. Depuis le milieu des années 2010, un mouvement général mène, d'un côté, à l'interaction entre Internet et des objets connectés (mise en relation de biens physiques et de leurs existences numériques) et, de l'autre, à une mutualisation des connaissances menant à l'émergence d'une forme d'*intelligence collective*, proche du concept de « noosphère » initié par le chimiste russe Vladimir I. Vernadsky (1945) et repris notamment par le sociologue français Edgar Morin (2001).



△ Figure 13. Damien Claeys, *Six portraits du concepteur : les concepteurs respectivement magicien, ordinateur, réflexif, immergé, externalisé et en réseau*, 2019. Les trois premiers portraits sont inspirés des trois caricatures originales de J. Christopher Jones (1969, pp. 193-197).

DU MYTHE À LA FICTION REPRÉSENTATIONNELLE

L'évolution de la figure historique de l'architecte est parallèle à celle de la nature et de l'usage des outils de représentation qu'il mobilise dans les processus de conception architecturale qu'il mène et cette thématique est également sujette à de nombreuses représentations allégoriques.

Des recherches étudient les mécanismes de la représentation des projets d'architecture en analysant les outils graphiques de représentation, ainsi que leurs effets supposés sur la créativité. Quand ces études sont associées à des contenus doctrinaux, elles finissent par opposer un outil de médiation à un autre, arguant de l'effet positif ou négatif d'un *medium* – par comparaison à d'autres – sur les capacités créatives du concepteur. Actuellement, un demi-siècle après l'apparition des premiers micro-ordinateurs et des premiers modèles computationnels en architecture, l'opposition prédominante dans les écoles d'architecture reste encore celle opérée entre les outils analogiques et les outils numériques.

Pourtant, cette querelle stérile se fonde (in)consciemment sur deux *fables* antagonistes concernant la représentation (Claeys, 2018) :

1. le mythe du *dessin analogique* selon lequel « le geste naturel garantit une représentation intuitive par un transfert immédiat, de l'esprit au corps médiateur et de ce dernier vers l'outil de représentation, ce qui permet un dialogue parfait du concepteur avec le réel » ;
2. la fiction du *dessin numérique* selon lequel « l'immédiateté des commandes garantit la continuité des représentations (travail en temps réel) et le transfert par immersion totale assure un dialogue avec un double parfait du réel (travail à l'échelle réelle) ».

Aux six portraits précédents, la persistance de cette double fable à propos des outils de médiation entre le réel et nos réalités – entre le réel et son augmentation *naturelle* par notre conscience – sous-tend la formation de deux portraits supplémentaires, s'apparentant plutôt à deux *clichés* (figure 14) :

1. le *concepteur analogique* serait fidèle au mythe associé aux outils traditionnels, il serait plutôt du côté de la boîte noire, sans l'assumer totalement, de peur d'être accusé de mystifier la conception, ce qui l'amène à regarder avec étonnement – et peut-être une certaine angoisse – le concepteur numérique armé de toutes ses prothèses

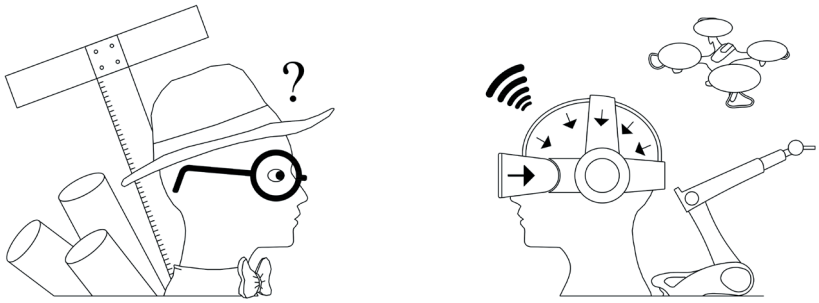
digitales. Ainsi, l'architecte finlandais Juhani Pallasmaa (2009) affirme que « la conscience humaine est une conscience incarnée », puisque nous sommes « reliés au monde par nos sens », si bien que « nos mains et notre corps tout entier possèdent un savoir-faire et une sagesse incarnée ». Selon lui, l'architecture est « le produit de la main qui pense ». Bien que son propos ne soit pas si tranché ailleurs dans son ouvrage, il écrit tout de même : « Je me méfie de la fausse précision et de l'apparente perfection de l'image numérisée, qui contraste avec l'imprécision naturelle et l'hésitation intrinsèque du dessin. » Selon lui, « toute expérience artistique digne de ce nom » efface « la frontière entre le moi et le monde ». Dans ce premier cas, la distance entre réel et réalités semble disparaître grâce à l'acte créatif mené avec le corps ;

2. le *concepteur numérique* serait séduit par la fiction liée aux outils numériques, il serait plutôt proche de la boîte de verre, sans l'assumer totalement, de peur d'être accusé d'artificialiser la conception, ce qui le rend parfois nostalgique, lorsqu'il observe le concepteur analogique semblant capable de travailler par la seule force de son intuition. Bien que l'usage des outils analogiques semble associé à la dimension créative du projet d'architecture, l'architecte américain Greg Lynn (1999) trouve dommage qu'avec les méthodes traditionnelles l'espace abstrait de la conception soit « conçu comme un espace neutre idéal de coordonnées cartésiennes » ou « un espace dimensionnel de stases idéalisées ». Alors que, selon lui, une solution existe puisque : « La disponibilité et la colonisation rapide de la conception architecturale par les techniques assistées par ordinateur offrent à la discipline une nouvelle occasion de se réoutiller et de se repenser comme elle l'a fait avec l'avènement de la projection et de la perspective stéréométriques. » De là, il promeut la modélisation dynamique en 3D, à l'aide d'outils développés pour créer des effets spéciaux dans l'industrie du cinéma ou pour créer des prototypes fuselés dans l'industrie nautique et aéronautique. Dans ce second cas, la distance entre le réel et les réalités semble disparaître par la fluidité des processus digitaux.

En partant de cette dichotomie rhétorique et volontairement caricaturale de portraits, les concepteurs analogique et numérique semblent tenir des postures inconciliables en raison de l'usage de familles distinctes d'outils de représentation. Néanmoins, ils semblent partager le même fantasme, celui du créateur démiurgique capable d'organiser le monde parce qu'il

peut le représenter, le rendre lisible et, dans une certaine mesure, s'imaginer le posséder (Claeys, 2016). Pourtant, le processus de la représentation à l'œuvre en conception architecturale est une capacité cognitive *naturelle* de la conscience du concepteur, avant d'être l'effet de l'usage d'un outil de médiation particulier, entre le projet d'architecture construit mentalement et sa représentation. Les effets sur notre perception de tous les outils de représentation – analogiques *et* numériques – sont tributaires des mécanismes cognitifs affectant le flux discontinu des représentations internes formées par notre conscience.

La question de savoir si les outils analogiques seraient plus créatifs que les outils numériques, ou de savoir si les seconds risqueraient de faire disparaître les premiers, ou encore de déterminer si les premiers seraient plus réels parce que les seconds seraient plus virtuels n'a donc aucun sens. La question est plutôt de comprendre comment hybrider ces pratiques en combinant pragmatiquement les avantages de chacun des types d'outils de médiation disponibles au service des projets d'architectures. Sans nier leur impact, les compétences de l'architecte ne se résument heureusement pas à l'utilisation d'outils de représentations, quels qu'ils soient.



△ Figure 14. Damien Claeys, *Une rencontre entre le concepteur analogique et le concepteur numérique, entre source d'étonnement et possibilité d'émulation*, 2020.

ENTRE MAGIE DU MYTHE ET PROMESSE FICTIONNELLE

Pour conclure, alors qu'ils l'entretiennent parfois eux-mêmes, les architectes devraient s'extraire de leur crise de légitimité professionnelle pour s'ouvrir au monde.

À première vue, cette crise structurelle semble instrumentaliser une frilosité cyclique, lorsqu'il s'agit d'intégrer de nouvelles techniques et de nouveaux outils. Elle raviverait une angoisse immémoriale de quitter un récit mythique rassurant, celui d'un statut professionnel idéalisé, selon lequel l'architecte œuvrerait de manière désintéressée pour la beauté de l'art. Néanmoins, l'existence d'une forme apparente d'inertie au changement pouvant expliquer à elle seule cette crise paraît *douteuse*, même si elle a été pointée par de nombreux architectes – qualifiés parfois de *progressistes* – dans les périodes propices à l'évolution de techniques constructives ou au développement d'outils de conception et de représentation. En effet, de nombreuses prises de position à ce sujet sont apparues, entre autres dans le sillage tracé par chacune des trois dernières révolutions industrielles. Ainsi, au XIX^e^ siècle, lors d'un Congrès national des architectes français, César Daly (1877) porte un toast en affirmant que depuis son origine, l'ingénieur était « attentif aux progrès de la science » et étudiait constamment de nouvelles applications, alors que « l'architecte contribuait à sa propre décadence » parce que « son respect absolu pour les formes et pour les proportions de l'architecture antique, qu'il regardait pour ainsi dire comme sacrées et dont il était défendu de s'écarter, le conduisit tout droit à méconnaître la nécessité de s'occuper scientifiquement des matériaux de construction et de leurs propriétés chimiques, physiques et mécaniques ». Il regrette que l'architecture, au lieu de s'« associer avec la science » et de s'« inspirer de ses découvertes » pour « se développer » et « progresser » avec elle, soit « contrainte au contraire à demeurer immobile, à rester purement traditionnelle, hiératique pour ainsi dire, et à s'écarter ainsi chaque jour de la science, d'autant plus que celle-ci progressait davantage ». De même, dans l'entre-deux-guerres, considéré selon lui comme « une période de construction et de réadaptation à de nouvelles conditions sociales et économiques », Le Corbusier (1923) joue la carte de la provocation en affirmant que contrairement aux ingénieurs, « les architectes sont désenchantés et inoccupés, hâbleurs et moroses. C'est qu'ils n'auront bientôt plus rien à faire ». En effet, selon lui, « l'architecture se trouve devant un

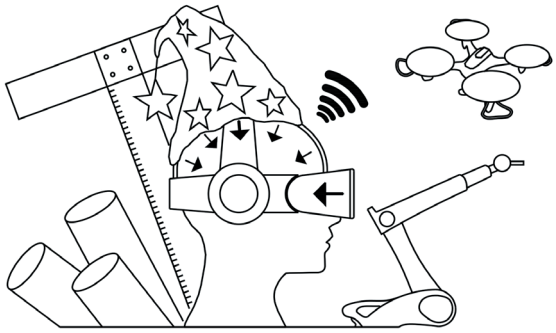
code modifié », alors que les « créations de l'industrie moderne » sont de « véritables œuvres d'art » et que le « machinisme » a suscité un « esprit nouveau » que les « anciens styles » ne peuvent plus recouvrer. Ou plus récemment, lorsqu'il suggère l'existence d'un « second tournant digital » en architecture, l'historien de l'architecture italien Mario Carpo (2017) affirme que « les architectes ont tendance à être lents à s'adapter au changement technologique », allant même jusqu'à situer ce « retard chronique » comme origine de la théorie d'architecture européenne, arguant que dans le célèbre traité de Vitruve, les techniques de construction décrites sont déjà dépassées pour l'époque.

Un demi-siècle après l'origine de l'implémentation progressive d'une pensée computationnelle en architecture, alors que la profession est immergée de toute part dans un réel digitalisé, résultant d'une « silicolonisation » (Sadin, 2016) exacerbée du monde dont nous connaissons les effets dévastateurs, il paraît irresponsable de refuser toute relation avec le monde numérique dans lequel nous vivons, tout comme il est irresponsable de nier la situation préoccupante de nos sociétés et de nos écosystèmes. Tout en devant pérenniser l'usage des outils analogiques, les architectes ne peuvent donc plus esquiver l'intégration définitive des outils numériques, tout en étant conscients qu'avoir la connaissance des techniques récentes ne veut pas dire valoriser les idéologies du progrès et de la croissance.

Plus précisément, l'expression actuelle de cette forme d'inertie corporative ne porte pas uniquement sur la question de l'intégration des outils numériques du point de vue de la représentation. Cette question particulière occulterait un rapport plus global à l'organisation numérique du monde. L'inertie actuelle viendrait d'une difficulté à trouver une correspondance entre deux réalités difficilement conciliables : les idéaux ancestraux d'une profession et l'organisation actuelle du monde. En effet, immergé dans un monde numérisé et connecté, comment l'architecte pourra-t-il encore opérer une *synthèse* intellectuelle entre art et science, lorsque la datamasse devient exponentielle et les informations hasardeuses ? Comment pourra-t-il s'inspirer de références pertinentes pour concevoir des projets, alors qu'elles sont stockées sur des supports externes, triées dans des bases de données relationnelles et accessibles par l'intermédiaire de requêtes dont les résultats sont générés par des algorithmes, en fonction de l'intérêt qu'elles suscitent dans la noosphère ? Quelle sera la valeur du voyage à la découverte d'édifices remarquables, alors que le monde se parcourt aisément, assis devant un

écran d'ordinateur ou dans un environnement virtuel ? Comment pourra-t-il travailler en équipe en travaillant à distance ? Quels seront les enjeux des projets qu'il concevra ?

Pour conclure ce parcours autour de la construction historique de la figure de l'architecte, construire allégoriquement la figure de l'architecte par la coprésence d'un chapeau de magicien et d'un casque de réalité virtuelle revient à concilier volontairement ce qui semble encore inconciliable : l'incomputable irrationalité de l'*homo* doublement *sapiens* et la rationnelle discrétisation opérée par l'intelligence artificielle, le mythe analogique de la médiation directe du corps et la fable numérique de l'apparente fluidité immersive (figure 15). Plutôt que de se fonder sur l'existence d'une hypothétique capacité démiurgique à organiser l'environnement construit qui ne serait pas suffisamment reconnue, l'architecte devrait utiliser son potentiel créatif pour garantir son utilité professionnelle au sein de la société contemporaine.



△ Figure 15. Damien Claeys, *Un portrait de concepteur numérique, irrationalité de l'homo doublement sapiens et discrétisation fluide des outils numériques*, 2020.

RÉFÉRENCES

Alexander, C. (1984 [1971]). « The State of the Art in Design Method ». N. Cross (éd.), *Developments in Design Methodology*. Chichester, John Wiley & Sons, pp. 309-316.

Baridon, L. (2011). « Les portraits d'architectes aux frontispices des traités d'architecture de la Renaissance ». J.-P. Garric, É. d'Orgeix et E. Thibault (dir.), *Le livre et l'architecte* [Actes du colloque organisé par l'Institut national d'histoire de l'art et l'École nationale supérieure d'architecture de Paris-Belleville 31 janvier-2 février 2008]. Liège, Mardaga, pp. 159-166.

Bréon, E. (dir.) (2017). *L'architecte : portraits et clichés* [Catalogue d'exposition, Cité de l'architecture et du patrimoine]. Paris, Norma.

Broadbent, G. H. et Ward, A. (dir.) (1969). *Design Methods in Architecture*. Londres, Lund Humphries (Architectural Association, Paper Number 4).

Carpo, M. (2017). *The second digital turn: Design beyond intelligence*. Cambridge MA, The MIT Press.

Chupin, J.-P. (2010). *Analogie et théorie en architecture : de la vie, de la ville et de la conception, même*. Gollion CH, Infolio (Projet & théorie).

Claeys, D. (2019). « Trois figures architecturales post-1969 : les concepteurs immergé, externalisé et en réseau ». *lieuxdits*, UCLouvain – LOCI, nº 17, décembre, pp. 25-35.

Claeys, D. (2018). « Discontinuités des processus de conception architecturale : crises de la représentation ? ». *Acta Europeana Systemica*, nº 8, pp. 19-36.

Claeys, D. (2016). « Le fantasme du démiurge : l'architecte soumis à la tentation du pouvoir ». *Acta Europeana Systemica*, nº 6, pp. 11-24.

Claeys, D. (2013). *Architecture & complexité : un modèle systémique du processus de (co)conception qui vise l'architecture* [Thèse de doctorat de l'Université catholique de Louvain]. Louvain-la-Neuve, Presses universitaires de Louvain.

Collectif (1670-*c*. 1693). *Recueil des modes de la cour de France*. Appartenant à la collection du Los Angeles County Museum of Art (LACMA), Los Angeles CA.

Culot, M. (2017). « La tête pleine de monuments ». E. Bréon (dir.), *L'architecte : portraits et clichés* [Catalogue d'exposition, Cité de l'architecture et du patrimoine]. Paris, Norma, pp. 137-139.

Daly, C. (1877). *Ingénieurs et architectes : un toast et son commentaire*. Paris, Ducher & Compagnie.

Jones, J. C. (1992 [1970]). *Design Methods: Seeds of Human Futures*. New York, John Wiley & Sons.

Jones, J. C. (1969). « The State-of-the-Art in Design Methods ». G. H. Broadbent et A. Ward (éds), *Design Methods in Architecture*. Londres, AA papers, pp. 193-197.

Le Corbusier (1995 [1923]). *Vers une architecture*. Paris, Flammarion (Champs).

Lynn, G. (1999). *Animate form*. New York, Princeton Architectural Press.

Morin, E. (2001). *La méthode 5 : l'humanité de l'humanité. L'identité humaine*. Paris, Seuil (Points).

Larmessin, N. (de) (*c*. 1695). *Costumes grotesques*. Paris, La Pomme d'or.

L'Orme, P. (de) (1567-1568). *Premier tome de l'Architecture*. Paris, F. Morel.

Pallasmaa, J. (2013 [2009]). *La main qui pense : pour une architecture sensible*. Trad. É. Schelstraete [*The Thinking Hand: Existential and Embodied Wisdom in Architecture*. Chichester, John Wiley & Sons]. Paris, Actes Sud (Architecture).

Parent, C. (2005). *Portraits impressionnistes et véridiques d'architectes*. Paris, Norma.

Potie, P. (1996). *Philibert de L'Orme : figures de la pensée constructive*. Paris, Parenthèses.

Raynaud, D. (2009). « La "crise invisible" des architectes dans les Trente Glorieuses ». *Histoire urbaine*, nº 5, pp. 127-145.

Sadin, É. (2016). *La silicolonisation du monde : l'irrésistible expansion du libéralisme numérique*. Montreuil, L'échappée (Pour en finir avec).

Schön, D. A. (1994 [1983]). *Le praticien réflexif : à la recherche du savoir caché dans l'agir professionnel*. Trad. J. Heynemand et D. Gagnon [*The Reflective Practitioner: How Professionals think in Action*. New York, Harper Collins]. Montréal, Logiques (Formation des maîtres).

Serres, M. (2012). *Petite Poucette*. Paris, Le Pommier.

Sloterdijk, P. (2006). « Architecture as an Art of Immersion ». Trad. A.-C. Engels-Schwarzpaul [« Architektur als Immersionskunst ». *Arch+*, 178, pp. 58-63]. *Interstices*, nº 12, pp. 105-109.

Vernadski, V. I. (1945). « The Biosphere and the Noosphere ». *American Scientist*, vol. 33, nº 1, pp. 1-12.

Vignola, G. B. (da) (1562). *Regola delli cinque ordini d'architettura* [*Règles des cinq ordres d'architecture*], Rome, s.n., édition princeps.

Vignola, G. B. (da) (1583). *Le due regola della prospettiva pratica* [*Les deux règles de la pratique de la perspective*]. Rome, Francesco Zanetti.

Déjà parus dans la collection *forma loci* :

Penser à partir de l'architecture : poétique, technique, éthique, sous la direction de Marie-Clotilde Roose, 2020.

La théorie du fait architectural : pour une science de l'habitat, Renaud Pleitinx, 2020.

Naples lab: Resaerch and tentative Design, sous la direction de Christine Fontaine, Renata Valente, Valeria D'Ambrosio, 2020.

Sustainable Dwelling: Between Spatial Polyvalence and Residents' Empowerment, sous la direction de Gérald Ledent, Chloé Salembier, Damien Vanneste, 2020.

Recherche et enseignement en architecture, génie architectural, urbanisme : influences et complémentarités, sous la direction de Diane Leduc et Denis Zastavni, 2019.

Charleroi, ville ouverte : une cartographie des possibles, Renaud Pleitinx, 2018.

Tours et détours : pour une théorie de l'architecture, sous la direction de Cécile Chanvillard, Pierre Cloquette, Renaud Pleitinx, Jean Stillemans, 2017.

Pourquoi est-il si difficile de parler d'architecture ?, sous la direction de Cécile Chanvillard, Pierre Cloquette, Renaud Pleitinx, Jean Stillemans, 2014.

Cet ouvrage a été imprimé en juin 2021, sur les presses de la Ciaco SCRL,
à Louvain-la-Neuve.