

DE L'ARCHITECTURE-MACHINE À L'ARCHITECTURE MACHINÉE

CHRISTIAN GIRARD

À une époque pas si lointaine, tout artefact industriel ou technique d'une certaine taille avait sa salle des machines : usine, paquebot, centrale thermique, etc. Depuis, celle-ci s'est volatilisée dans l'atmosphère, la computation s'externalisant dans le réseau des réseaux planétaire, le « cloud computing » devenant la salle des machines universelle, disponible partout. Le dernier équivalent physique de la salle des machines a pris la forme du centre de données – « data center » – concentrant les mémoires numériques en des lieux tenus secrets, dans des bâtiments les plus neutres possibles, sécurisés à outrance. Comme toute machine, « la panne et l'accident sont les seuls événements qui les attendent. Pendant ce temps là, l'architecture tente de suivre le cours de l'histoire ». « Pourrons-nous un jour, et d'un seul mouvement, ajouter une pensée de l'événement avec la pensée de la machine ? Pourrons-nous penser, ce qui s'appelle penser, d'un seul et même coup et ce qui arrive (on nomme cela un événement), et, d'autre part, la programmation calculable d'une répétition automatique (on nomme cela une machine) ? », demandait Jacques Derrida.¹ Et si l'architecture était, à son insu, le lieu d'une telle configuration de pensée duale, de pensée qui réussit la conjonction alchimique, parce qu'*a priori* impossible, de la machine et de l'événement ? Et si l'essor des moyens de calcul et de simulation donnait l'occasion à l'architecture de parvenir enfin à l'imbrication étroite de l'événement et du machinisme, celui-ci étant désormais computationnel ?

Les technologies et les machines sont dans un rapport quasi consubstantiel : pas de machine sans quelques technologies pour les assembler, les faire fonctionner, pas de technologie qui ne se passe de machines, sous une forme ou une autre. Et l'avènement du numérique loin d'avoir démenti cet axiome, lui a donné une nouvelle dimension, fusionnelle. Les biotechnologies signent l'alliance organique-mécanique, nature-artifice tandis que le paradigme mécanique a été complété, augmenté, complexifié par le paradigme informationnel, et, plus exactement, computationnel. L'électrosphère décuple la puissance de la mécanosphère. L'âge de la machine au sens traditionnel du terme est derrière nous, le présent est celui de l'âge de l'information, de la computation et des machines de traitement de l'information et de calcul. Ce qui arrive, à savoir l'événement, se trouve alors pris dans un mixte machinique et informationnel opérant désormais à l'échelle planétaire. Par définition toujours en expansion, une collection d'architecture implique l'historicisation des objets, œuvres et projets, réalisés ou non. Depuis le tournant du siècle, des œuvres sont arrivées à maturation, d'autres se sont essouffées ou ont pris une tournure plus

affairiste, voyant la taille de certaines agences se multiplier par deux ou trois à mesure de la conquête de nouvelles commandes ; d'autres, inconnues au début du siècle, ont déjà leur micro-histoire faite de projets et recherches remarquables. Enfin, il est un objet singulier qui a fait son entrée, sans doute pour la première fois, au sein d'une collection d'architecture, un objet-machine à la puissance longtemps sous-estimée, qui n'est autre qu'un logiciel, ou mieux, un environnement de logiciels, utilisé par une grande partie de l'architecture expérimentale récente : *Rhinoceros*, plus couramment appelé *Rhino*. Produit industriel s'il en fut, à classer dans la catégorie des technologies du savoir et de la connaissance, il a commencé à avoir un impact aux plans théoriques et pratiques sur l'architecture du début du siècle. Pas plus neutre que n'importe quel outil, cette machine est la machine contemporaine par excellence qui fait muter la discipline architecturale. Avec elle, comme avec d'autres logiciels paramétriques et associatifs tels que *Catia-Digital Project*, interfacés à des machines de fabrication à commande numérique, le rapport de l'architecture au machinisme a franchi un seuil qualitatif permettant de s'affranchir vraiment du romantisme de la métaphore et de toute tentation à la littérature. Un réalisme et rationalisme de second ordre viennent prendre la place des idéaux du Mouvement moderne, une post-machine succède aux machines non plus pour alimenter l'imaginaire des architectes mais pour les faire intervenir dans la complexité même du réel. Le littéral évacue le discours métaphorique, le calcul précis renvoie aux oubliettes toutes les pseudo-poétiques architecturales, et cela tout en ouvrant la voie à différentes esthétiques, à une infinité d'agencements morphologiques, à une conception différente de la matière et des matériaux, à un changement profond des modes de fabrication de l'architecture.

L'ancienne relation entretenue par l'architecture et l'idée de machine reste ainsi encore digne d'attention théorique et critique car elle est loin d'être au terme de son potentiel ; il semble qu'elle revêt des dimensions qui n'ont pas été anticipées. Les machines informationnelles ont envahi les processus de conception architecturale avec des effets qui n'ont pas encore fini d'être mesurés. Le corpus des œuvres rassemblées par le FRAC Centre offre un efficace terrain d'analyse pour de telles questions en permettant la juxtaposition d'un nombre significatif d'œuvres architecturales manifestement travaillées par une irréprouvable envie de machine et de démarches qui, dès les années 1960, ont tenté le passage à une conception de la technologie délivrée de la figure « classique » de la machine, comprise comme assemblage de matériaux distincts, objets d'une fabrication industrielle. Il reviendra à de

1. Jacques Derrida, *Papier Machine*, Paris, Éditions Galilée, 2001, p. 34.

Neil Denari
Tokyo International Forum,
1989
Coll. FRAC Centre

Le détail architectural d'un bâtiment, montrant la relation entre la machine et l'habitation.

plus facilement que l'habitation, et il reviendra au matériau carton, grâce à Shigeru Ban, de permettre une reprise des rêves de coupoles, de dômes et voûtes légères. Cette plasticité recherchée presque en vain aux marges de l'architecture des années 1960, sera autorisée trois décennies plus tard lorsque le numérique rendra maîtrisable la production de formes complexes. La mystique des matériaux polymères a croisé plus d'une fois la fascination purement « plastique » suscitée auprès des architectes par les produits de la plasturgie. La révolution numérique en lissant le réel au propre comme au figuré par une sorte de liquéfaction binaire, digitale, instantanée, a contribué à la relance de ce fantasme. Pour revenir au lisse comme valeur architecturale, rien n'a eu plus d'influence que le détournement par Greg Lynn au début des années 1990 des logiciels conçus pour les films d'animation. La notion de *seamless* (sans couture) est la nouvelle définition d'une surface – enveloppe lisse dont le modèle théorique est la forme molle, le *blob* (*Binary Large Object*) impossible à concevoir et représenter autrement qu'à l'ordinateur, impossible à fabriquer autrement que numériquement. Depuis, les recherches sur les matériaux composites, les nanotechnologies et les matériaux intelligents ont considérablement élargi la gamme de choix possibles.

Le détail comme lieu d'investissement du désir machinique

Si souvent confondu avec un mixte bricolage-artisanat-industrie, le détail architectural et constructif absorbe une énergie incomensurable chez nombre d'architectes contemporains qui n'ont pas toujours compris la finesse et les paradoxes de l'attitude d'un Mies van der Rohe en la matière. Là où n'affleure nulle référence plausible à l'univers de la machine, il n'est pas rare en effet de retrouver à l'échelle du « détail » – détail constructif essentiellement – un surinvestissement qui vaut pour un hommage, pour ne pas dire un culte, à la mécanique bien réglée, parfaitement ajustée, précisément agencée voire « composée », lorsque le concept de composition signifiait encore quelque chose. Entre 1990 et 2000, une partie importante du fourre-tout architectural étiqueté « minimalisme » s'abîmait dans un travail sur le visible/invisible de la plus petite différence matérielle, de l'assemblage exact, du joint millimétrique, du calage parfait. Contrairement aux années 1990, on ne rencontre plus des œuvres numériques recherchant le pixel exact, l'animation la plus fluide, la surface ou l'enveloppe la plus lisse possible. Désormais le détail, remonté à la source de la conception où il se travaille en simulation 3D, est envisagé en relation avec l'ensemble des données gérées par le projet, données variables, paramétriques. Ce que les travaux pionniers du tandem d'Objectile – Bernard Cache et Patrick Beaucé, exposés dans le premier ArchiLab en 1999 – avaient amorcés est devenu une évidence pour tous les architectes qui exercent sur le front de la recherche et de l'expérimentation. Avec la fabrication par outils à commande numérique, le modèle computationnel et l'artefact fabriqué coïncident de façon parfaite, l'idée et sa réalisation ne font plus qu'un, préfigurant l'avènement d'une architecture affranchie de l'aléa du chantier, d'une architecture où toutes les étapes de la conception à la livraison seraient congruentes, objets d'un contrôle total. Ainsi serait réalisé ce qu'Aristote avait envisagé : « S'il pouvait suffire d'un ordre ou d'un signe pour que chaque instrument accomplisse son travail (…) les

architectes n'auraient pas besoin d'ouvriers, ni les maîtres d'es-claves ». ^[réf. souhaitée] Les nombreux effets d'une telle mutation se feront sentir en temps voulu, et on se souvient que B. Cache se fit connaître avec des panneaux de bois que l'observateur inattentif pouvait prendre pour des œuvres ornementales quand s'y préparait, justement, l'abolition de l'idée même d'ornement.

Décrivant leur *Möbius House*, UNStudio notent : « Le déploiement du temps et la régulation interne du programme étaient des aspects machinaux, en relation avec le concept de double relief circulaire refermé sur lui-même ». Ainsi, l'essor de ce qui a été appelé, dans le prolongement direct de Foucault et de Deleuze, le « diagramme », par l'architecture des « avant-gardes » anglo-saxonnes depuis le milieu des années 1990 aura été, entre autres, le symptôme et le moyen à la fois de perpétuer en la renouvelant une certaine actualité du fantasme de la machine. Désormais, à l'heure de la convergence des technologies, la machine qui va intéresser les architectes est celle qui leur ouvre la possibilité d'associer les composantes les plus hétérogènes, comme évoqué en ouverture de ce texte. Avec la machine numérique apparaît l'instrument de cette mise en correspondance.

Avec le dispositif numérique apparaît l'instrument de la mise en correspondance de l'événement et de la machine évoqué par Derrida. Un vitalisme non illustratif devient possible avec l'utilisation d'algorithmes évolutionnaires, génétiques, ouvrant les procédures à l'incertain, au volatile, à l'imprévisible. John Frazer, premier défricheur en la matière, après avoir commencé dès 1966 à travailler sur ces questions, a décrit en 1995 les principes d'une architecture évolutionnaire, « An Evolutionary Architecture ». ^[réf. souhaitée] Au même moment, Makoto Sei Watanabe programmait au Japon ses *Induction Cities* avec le même objectif de développement d'une architecture et d'un urbanisme fondés sur des processus génératifs. ^[réf. souhaitée]

La très vieille analogie nature/architecture a enfin l'occasion d'être prise à la lettre. L'anthropomorphisme perd de son emprise sur l'architecture ; la phase de biomorphisme, ou de biotecture, qui a eu lieu récemment reflue devant les modélisations de plus en plus proches des lois de la morphogenèse naturelle. Il s'agit moins d'imiter la nature, de la représenter en architecture, que d'épouser ses procédures, de reproduire ses performances effectives, l'artefact reprenant à son compte l'essence même de l'organique. Les architectes peuvent lancer des protocoles non déterministes, et choisir entre des milliers de solutions spatiales et structurelles calculées à des vitesses de plus en plus proches du temps réel. La nature même du travail de projet change, l'architecte se rapproche d'un opérateur initiant et orientant des procédures de recherche morphologiques totalement inconcevables avec le dessin traditionnel ou avec la CAO qui se contente d'émuler le dessin manuel et de produire des représentations hyperréalistes d'architectures à vendre et à construire. L'architecte contemporain va pour la première fois au-delà du régime de l'image hérité de la Renaissance ; il ne s'agit plus de représenter le projet mais de piloter sa genèse en exerçant un contrôle et une modulation permanente des morphologies induites par les processus de calcul.

L'importante exposition *Architectures non standard* tenue à Beaubourg en 2003 ^[réf. souhaitée] a mis en évidence de façon exemplaire la généalogie complexe qui relie les approches contemporaines

Le détail architectural d'un bâtiment, montrant la relation entre la machine et l'habitation.

Le détail architectural d'un bâtiment, montrant la relation entre la machine et l'habitation.

Le détail architectural d'un bâtiment, montrant la relation entre la machine et l'habitation.

Le détail architectural d'un bâtiment, montrant la relation entre la machine et l'habitation.

Le détail architectural d'un bâtiment, montrant la relation entre la machine et l'habitation.

Le détail architectural d'un bâtiment, montrant la relation entre la machine et l'habitation.

Le détail architectural d'un bâtiment, montrant la relation entre la machine et l'habitation.

aux efforts réprimés par le Mouvement moderne d'architectes et artistes pour dépasser une conception strictement euclidienne de l'espace. Depuis le milieu de cette décennie a été observée une accélération des expériences pertinentes^[réf. souhaitée] , les logiciels s'enrichissant de fonctionnalités au premier rang desquelles l'accès à la programmation – l'écriture de lignes de codes par l'architecte lui-même – apporte une véritable transformation des procédures de projet. La recherche digitale en architecture est passée en quelques années à une échelle de diffusion que peu avaient anticipé, la rendant sans doute, du même coup, moins exceptionnelle ou radicale. Actuellement, un(e) étudiant(e) de première année d'une école d'architecture, né(e) avec le digital, sait modéliser et fabriquer à la machine à commande numérique des objets et prototypes auxquels ses aînés étaient – et restent encore – incapables de penser. Le nouveau territoire du neurodesign commence même à être exploré, les architectes contrôlant l'ordinateur directement avec les ondes cérébrales.^[réf. souhaitée] Les moyens techniques permettant des approches computationnelles en architecture se sont développés et démocratisés à la même vitesse que s'est déployé le numérique dans tous les domaines. Nul doute que, la mise à disposition en ligne du logiciel *Rhino* évoqué plus haut et surtout de son plug-in *Grasshopper* à l'efficace ergonomie a popularisé le projet paramétrique dans les écoles d'architecture puis dans les agences d'architecture un minimum concernées par la recherche. Le partage en ligne de modèles géométriques, d'éléments de programmation, d'équations, d'algorithmes, de tutoriaux, tend à faire office d'alternative à un monde académique parfois dépassé à tous points de vue.

Le détail architectural d'un bâtiment, montrant la relation entre la machine et l'habitation.

Comme souvent, l'appareillage théorique se retrouve en décalage par rapport aux expérimentations en cours internationalement. Les réalisations construites sont certes encore peu nombreuses et ce sont surtout les programmes de prestige, musées, salles de concert et autres grands équipements publics, qui servent de laboratoire grandeur. Qui ne voit pourtant qu'on assiste à l'abolition de tout le registre narratif et fictionnel qui embourbe les esprits des architectes, à commencer par ceux ne maîtrisant pas les nouveaux outils ? Le temps de la lecture romantique de la schyzoanalyse deleuzo-guattarienne est révolu et les rhétoriques de pacotille parfois apparues autour de la logique schyzophrénique n'intéressent plus personne. Les auteurs de *L'Anti-œdipe* méritent une autre attention. Les agencements morphologiques codés éradiquent le subjectivisme primaire pour donner plutôt naissance à des proto-subjectivités réversibles, réglables, enregistrables, duplicables, partageables par des communautés en ligne. Rien de fascinant dans des lignes de codes, impossible de fantasmer sur la logique des langages de programmation qui exigent une discipline aussi forte que les mathématiques. Alors que la géométrie descriptive avait déserté les programmes des écoles d'architecture avec l'arrivée des logiciels de rendu perspectif, s'observe un retour aux apprentissages scientifiques.

Le détail architectural d'un bâtiment, montrant la relation entre la machine et l'habitation.

en *Open Source*.^[réf. souhaitée] Le code machine est sans affect et avec effets, ne connaît aucune humeur et porte à conséquences. Il est pure opérationnalité, pur pragmatisme. Seul l'architecte-programmeur a des affects, à commencer par celui qui lui fait préférer une rationalité maîtrisée aux mirages d'une attitude pseudo poético-philosophique. Cette opérationnalité et ce pragmatisme sont bien ceux d'un capitalisme si à l'aise avec la révolution numérique qu'il se confond en fait avec elle ; car « la computation est la monnaie de l'ordinateur et l'ordinateur devenant le Tout, elle est l'identité de l'argent. Et si pour Marx la logique était l'argent de l'esprit, la computation est l'esprit de l'argent », selon la remarque de Philippe Morel.^[réf. souhaitée] Entre 2000 et 2012, la collection du FRAC Centre s'est remarquablement augmentée avec des projets des meilleurs praticiens de l'architecture paramétrique et algorithmique de recherche, tels que BIOTHING (Alisa Andrasek), CLOUD 9, Marc Fornes & TheVeryMany™, EZCT (Philippe Morel), Evan Douglis, Emergent Design (T. Wiscombe), Gramazio&Kohler, Axel Kilian, Matsys (Andrew Kudless), Kas Oosterhuis (ONL), Xefirotarch (Hernan Diaz Alonso), Servo, labdora (Peter Macapia), OCEAN (Michael Hensel & Achim Menges), Minimaforms (Theodore Spyropoulos), Materialecology (Neri Oxman). Tous ces architectes, et d'autres encore, comme Kokkugia ou Ali Rahim, préparent activement les années 2020 en mettant au service de leurs recherches le potentiel toujours croissant des machines de calcul. Ils ignorent ou remettent en question les clivages architecte/ingénieur, établissent des échanges permanents entre les disciplines elles-mêmes en effervescence de l'épistémologie contemporaine, de la biologie aux nanotechnologies, et exploitant, pour quelques uns d'entre eux/elles, des modèles mathématiques propres aux machines discrètes que sont avant tout les ordinateurs. S'ils ne se sont pas tous emparés de la machine numérique de la même façon, certains d'entre-elles/eux théorisent et produisent des textes essentiels à la compréhension des mutations en cours, avec comme principal support de diffusion le Web et la revue d'architecture Architectural Design, source inégalée dans les médias-papier d'intelligence ouverte à ces questions, dans le droit fil de son rôle en faveur des architectures radicales dans les années 1960-1970. Qui dira l'avenir de l'architecture ainsi machinée quand les innovations et expérimentations se succèdent à un rythme soutenu ? Quelles conséquences ou applications sociales peut-elle retrouver ? Une ère post-digitale s'annonce où le fait numérique aura été intégré comme chose naturelle, naturalisé donc, et certains n'hésitent plus à parler de l'avènement du post-humain ; la « singularité » qui se profile à l'horizon désigne ce moment où la machine computationnelle aura acquis intelligence et conscience de soi, s'émancipant de ses créateurs. Là aussi, la discipline architecturale doit s'attendre à connaître quelques soubresauts. En attendant, on laissera à la meilleure science-fiction (Ballard, Gibson, Stirling, Doctorow, etc.) le plaisir de conter l'univers en transformation des machines et à l'architecte le soin d'adopter le réalisme consistant à reconnaître qu'il n'existe plus de machine qui ne soit numérique ou computationnelle. Comprendre et dominer cette nouvelle machinerie lui permettra alors de théoriser et produire une architecture intégralement machinée.

LE DIGITAL EN PROPRE OU L'ARROGANCE DU DISCRET

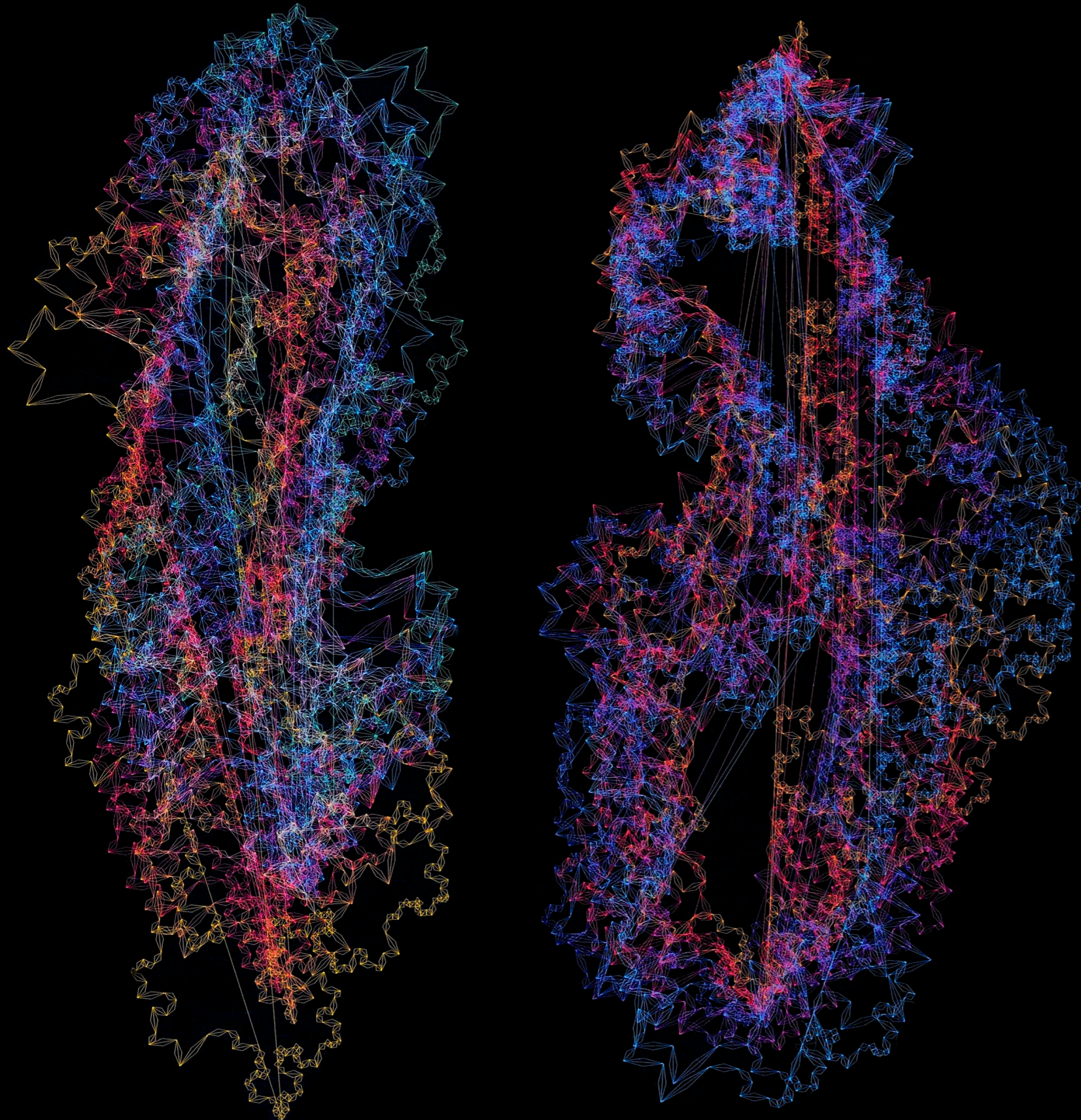
FRÉDÉRIC MIGAYROU

La sphère digitale rassemble aujourd'hui en une convergence l'ensemble des métiers et des champs de procédures constitutifs des domaines propres à l'architecture et à l'urbanisme. Des langages de la conception aux outils de représentation, de la genèse à la mise en forme des matériaux, des chaînes de production et de fabrication aux technologies de leur mise en œuvre, d'un simple organicisme à de vastes échelles urbaines, la modélisation des systèmes de simulation a trouvé une capacité générique qui efface toute distance entre le possible et l'effectif. C'est bien le statut temporel de la médiation technique, d'un statut prothétique et médiateur des techniques qui, de la Renaissance aux avant-gardes du xx^e siècle, aura accompagné l'âge moderne, qui semble s'estomper au profit d'un domaine générique où les univers de simulations imposent le cadre d'une intelligence distributive fondée sur la synchronie et la simultanéité. Fin des cultures de la temporisation, des économies du différer entre conception et réalisation qui, au front de cette perte d'identité auront tenté d'extraire l'architecture, de lui donner l'autonomie d'un temps long, celui de la mémoire et de la monumentalité. Autonome, l'architecture aurait pu préserver une rationalité interne qui, face à l'impermanence de l'industrialisation, sauverait la continuité transhistorique d'une logique (Giorgio Grassi), d'une vérité du tectonique (Kenneth Frampton), d'une objectivité du géométrique (des récentes relectures d'une histoire de la géométrie projective à une nouvelle mystique du paramétrique). La multiplication des textes qui veulent figer une histoire de la « Digital Architecture » cherche à fixer une chronologie, à ramener la rupture engagée par la généralisation du numérique dans l'ordre d'une continuité, d'un développement des technologies où le computationnel est assimilé à une médiation technique, à un « média », selon le cadre critique benjaminien de la « reproductibilité technique ». Tous les discours sur le numérique sembleraient encore liés à la critique d'une raison dialectique, discrédit d'une rationalité héritée des Lumières qui, ayant perdu toute fonction émancipatrice, ne pouvait qu'accentuer les effets d'une réification totale liée au déploiement systématique de la sphère technologique au cœur d'un monde capitaliste globalisé, spirale d'une automatisation livrée à elle-même jusqu'à l'ivresse d'une dématérialisation totale, d'une fascination pour les « immatériaux », pour reprendre le titre de l'exposition éponyme.

L'empreinte d'Adorno et d'Horkheimer, qui dénonçaient dans l'accroissement des moyens de communication l'accentuation de l'isolement des individus et dans l'expansion d'une idéologie de la transparence le développement d'une société de contrôle,

conditionne encore l'ensemble des analyses post-historicistes sur la généralisation du computationnel jusqu'aux visions apocalyptiques de Paul Virilio. Cette dialectique immobile, pétrifiée, conditionne la polarisation de deux interprétations contradictoires qui constatent d'une part, l'implacable évolution de la recherche et de l'innovation technologique menant à une mutation radicale des cadres de la représentation, mais qui dénonce d'autre part la dimension exogène de la technique conçue comme l'élément même de la dépropriation, comme l'autre absolu, l'*alienus* qui caractérise l'inauthenticité des sociétés post-capitalistes. Ramener le champ ouvert par la généralisation du digital à l'ultime séquence d'un déploiement des technologies, c'est supposer l'homogénéité d'ontologies temporelles radicalement exogènes et reconduire l'ordre d'une rationalité totalement étrangère à l'économie du computationnel. L'historicisme, le repli avancé par Manfredo Tafuri de l'architecture, et par extension de l'ingénierie, des savoirs techniques sur un domaine propre, le retour réflexif sur une « autonomie » apparaît aujourd'hui comme le dernier avatar d'une rationalité post-kantienne, d'une forme extrême de l'idéalisme centrée sur l'unilatéralité d'une raison déductive, qui cherche à travers les formes de l'histoire, des constantes logiques, des invariants protégeant la singularité de la discipline architecturale. Avec l'émergence, au début des années 1990, d'une architecture digitale véritablement tournée vers la prospective et l'innovation, ces jeux du propre et de l'impropriété prendront la forme de deux stratégies d'interprétation absolument hétérogènes du computationnel. L'une poursuivra, avec Peter Eisenman, une compréhension formaliste du langage architectural fondée sur des modèles typologiques transhistoriques, selon une ligne critique allant de Colin Rowe à Aldo Rossi et Manfredo Tafuri, et retrouve dans le digital une extension possible de sa vision structuraliste de l'architecture assimilée à un système de notations. L'autre analysera les effets d'une mutation des technologies sur les relations de l'homme à son environnement imposé par la cybernétique, d'abord avec Gordon Pask (*An Approach to Cybernetics*, 1961), John MacHale, puis Cedric Price suivi par son assistant John Frazer qui publiera *An Evolutionary Architecture* (1995), ouvrage séminale pour la nouvelle génération de l'architecture computationnelle, ou aux États-Unis, William Brody et Nicholas Negroponte (*The Architecture Machine*, 1973), le fondateur du *Medialab*.

L'architecture digitale peut-elle faire histoire sans prendre en compte ces discours de recouvrement, ces champs critiques bien segmentés qui l'encadrent depuis moins de vingt ans et qui



biothing

BIOTHING (Alisa Andrasek)
A-maze, 2009
Coll. FRAC Centre

d'une inadéquation entre la mathématisation sous-jacente à l'outil logiciel et une compréhension académique du plan ou de la volumétrie de l'objet architectural, limite bientôt franchie par Greg Lynn qui, affirmant « se détourner de la déconstruction », posera ouvertement cette question d'une critique de la séquenciation. Évoquant la distinction espace lisse / espace strié chez Deleuze, Greg Lynn revendiquera contre le disparate, l'hétérogène et le différencié, un espace topologique, morphogénétique, en accord avec la rupture marquée par la généralisation du computationnel. « Le lissage ne doit pas éradiquer les différences mais incorporer les intensités libres selon une stratégie fluide de mélange et d'assimilation… Deleuze décrit l'espace lisse comme une variation continue et le développement continu de la forme ».^[9] La comparaison établie entre le *Columbus Convention Center* (1989-1993) de Peter Eisenman, dont « la courbure cesse d'être intensive », et le *Musée Guggenheim de Bilbao* (1993-1997), dont « les formes curvilinéaires du toit intègrent les larges masses rectilinéaires de la galerie », marque pour Greg Lynn la limite d'un usage analytique de l'outil computationnel, auquel il oppose une interprétation plus radicale de la notion de pli. La plicature doit assimiler la dynamique de forces extérieures, une intrication de tensions extrinsèques qui évoquent les phénomènes de plication en biologie, notamment quand à la formation de l'embryon. « Le pli intègre l'assimilation dans le pliage de forces extérieures. La complication fusionne l'assemblage de ces particularités extrinsèques en un réseau complexe. En biologie, cette complication correspond au pli embryonnaire sur lui-même selon lequel il se complexifie ».^[10] C'est bien cet aspect génétique qui marque une réelle rupture dans l'usage des outils computationnels, et la création de l'*Embryologic House* (1997), avec ses multiples variations sur la forme, créait un impossible lien entre la définition d'une typologie et l'identité du type alors transfiguré en un process. Le lien architecture et biologie ouvrait alors de vastes potentialités et Greg Lynn affirmait « qu'une identité générique est non seulement possible mais nécessaire ».^[11] Conçu à l'aide de Maya, le projet exploitait largement les potentialités géométriques du logiciel pour la construction de formes paramétriques mais développait simultanément des outils de programmations offrant des possibilités analytiques et des capacités de simulations. Derrière l'outil s'articulait un langage ouvert, une logique du scripting, un encodage lui-même dépendant d'un cadre étendu de la mathématisation. Le fantôme de cette discrétisation radicale, de l'ensemble des métadatas, réapparaît quelques années plus tard alors qu'il faut préserver pour garder la mémoire du projet non seulement les fichiers numériques de l'*Embryologic House*, mais l'ensemble des scripts ainsi que les outils logiciels natifs. La compréhension esthétique et critique complète du projet semble alors dériver vers les conditions de sa mathématisation et requiert une intelligence complète des outils qui l'ont rendu possible. Restituer l'*Embryologic House*, c'est donc compenser « la perte d'un artefact géométrique dans un contexte où la géométrisation de l'œuvre dépend d'outils et d'approches mathématiques qui ne sont pas accessibles alors que le matériel génétique a été perdu ».^[12] La dis-crépance entre l'aspect intentionnel du projet et son assimilation aux champs techniques et industriels qui l'ont rendu possible crée

une réelle fracture pour la compréhension esthétique et épistémologique des relations architecture et conception digitale.

L'apparition d'une architecture ouvertement biomorphique [Xefirotarch, *Busan Multipurpose Concert Hall*, 2004 (acquis. F.C. 2006) ; Servo, *In the Lattice*, 2002 (acquis. F.C. 2003) ; Labdora, *Dirty Geometric Pavilion*, 2005-2008 (acquis. F.C. 2007)] exploite le plus souvent la capacité morphogénétique des logiciels sans relation directe avec une compréhension des moyens effectifs de cette discrétisation. C'est bien l'essence de la relation entre géométrie et mathématique, d'une algébrisation du géométrique qui reste irrésolue aussi bien quant à l'intelligence d'une spécificité du digital que pour une interprétation de base de la géométrie algorithmique. L'appel au pli deleuzien, aussi bien pour Eisenman que pour Greg Lynn, ne peut simplement se traduire sous la forme d'une spatialisation objective. La notion de pli, telle qu'avancée par Gilles Deleuze, résonnait d'une dimension ontologique^[23] et marquait la dualité du calcul leibnizien, tout à la fois mathématique et métaphysique. Pour Deleuze, le calcul différentiel démontrait l'immanence d'une genèse, une détermination réciproque des différentielles du sujet et de l'objet, de l'objectile et du subjectile. Deleuze s'était déjà attaché à cette spatialisation de la différence ontologique dans son *Foucault* esquissant le concept d'un « pli du dehors ».^[24] Mais, au travers sa lecture de Leibniz, donnant à la courbure différentielle une fonction graphique, il la formalise (citant Bernard Cache) sous la notion d'inflexion. « L'inflexion en elle-même est inséparable d'une variation infinie ou d'une courbure infiniment variable… C'est là qu'on va de pli en pli et non plus de point en point, que tout contour s'estompe au profit des puissances formelles du mathématique, qui montent à la surface comme autant de détours et de replis supplémentaires. La transformation de l'inflexion n'admet plus de symétrie, ni de plan privilégié de projection ».^[25] Référant aussi bien aux modèles mathématiques de la morphogenèse de René Thom qu'à la théorie des fractales de Benoît Mandelbrot, Deleuze tente d'approcher par la possibilité d'une algébrisation totale du géométrique cette mutation de l'infinitésimal, sans pour autant tirer toutes les conséquences de cette rupture engagée par René Thom dans sa conquête du continu par le discret. Quand Gille Deleuze s'attache à la notion d'objectile, il anticipe ce qui pour Bernard Cache deviendra l'enjeu d'une nouvelle logique de production industrielle (avec sa société Objectile). « Le nouveau statut de l'objet ne rapporte plus celui-ci à un moule spatial, c'est-à-dire à un rapport forme-matière, mais à une modulation temporelle qui implique une mise en variation continue de la matière autant qu'un développement continu de la forme ».^[26] Le développement de Top Solid, un modelleur géométrique, permettra à Bernard Cache de mettre en œuvre cette modulation forme et matière par la réalisation d'une production « non-standard », une sérialité de fait ancrée sur une nouvelle définition de la singularité (*Objectiles*, *Objets*, 1991-1998 ; acquis. F.C. 1999). « Ces systèmes de seconde génération imposent la fondation d'un mode de production non-standard. En fait, la modification des paramètres de calcul autorise la fabrication d'une forme différente pour chaque objet dans la même série. Ainsi des objets uniques peuvent être produits industriellement ».^[27] L'objectile suppose l'affirmation d'un plan d'immanence qui autorise ces nouvelles singularités. Avec l'objectile, l'indétermination


 19. Greg Lynn, « Architectural Curvilinearity, The Folded, the Pliant, and the Supple », in *Folding in Architecture*, AD Special Issue, n° 102, 1993, p.8.

20. Greg Lynn, op. cit. p.11.

 21. Greg Lynn, « Embryologic Houses, Architectural Design, Contemporary Processes », in *Architecture*, Wiley Academy, 2000, p.32.

 22. Lawrence Bird and Guillaume LaBelle, « Re-Animating Greg Lynn's Embryological House: A Case Study in Digital Design Preservation », *Leonardo*, Vol.43, n° 3, 2010 p.247.

23. L'ensemble du champ référentiel sur le pli, de Mallarmé à Henri Michaux ou Pierre Boulez que l'on retrouve aussi bien chez Edmond Jabès, Maurice Blanchot ou René Char, donne à cet évènement spatial une fonction ontologique et phénoménologique dont les lectures d'Heidegger restent alors la source, articulant la notion d'un pli de l'être et de l'étant (Zwiefalt).

 24. « Le dedans comme opération du dehors: dans toute son œuvre, Foucault semble poursuivi par ce thème d'un dedans qui serait seulement le pli du dehors », Gilles Deleuze, *Foucault*, Paris, Éd. de Minuit, 1986, p.104.

 25. Gilles Deleuze, *Le Pli, Leibniz et le baroque*, Paris, Éd. de Minuit, 1988, p.23.

26. Gilles Deleuze, op. cit., p. 26.

 27. Bernard Cache, *Earth Moves, The Furnishing of Territories*, M.I.T Press, 1995, p.87. La publication de l'ouvrage en français (Bernard Cache, *Terre Meuble*, Editions HXX, Orléans, 1997) a été menée en cohérence avec la démarche du FRAC Centre.

du topologique (le bloc d'espace-temps qu'autorise la variation) forme un plan où se définit une ontologie de l'évènement. L'appel à René Thom imposait une transfiguration plus radicale des infinitésimaux leibniziens au cœur d'une théorie des ensembles post-cantorienne. L'analyse « non standard » initiée par Abraham Robinson, Georges Reeb et développée par la théorie de la morphogenèse de René Thom induit une discrétisation radicale où les modèles de la géométrie différentielle ne peuvent plus constituer une normativité spatiale face aux singularités de la morphodynamique. « Le théorème de Thom donne lieu à une utilisation algébrique, voire computationnelle. Beaucoup de choses concernant les singularités se ramènent à des calculs polynomiaux ».^[28]

L'exposition *Architectures non standard* (Centre Pompidou, 2003) s'inscrivait dans ce cadre et anticipait une possible architecture computationnelle soumise à l'ordre d'une discrétisation radicale. Si les projets expérimentaux exposés étaient encore tenus par un formalisme géométrique lié à des outils logiciels toujours conçus comme des modeleurs 3D (Autodesk, CATIA, Maya, Rhino…), l'intervention possible sur l'outil computationnel semblait de plus en plus évidente avec la possibilité d'accéder plus directement aux scripts, d'encoder le logiciel. *Architectures non standard* supposait le déploiement d'une recherche où l'architecture serait susceptible d'accepter le digital en propre, soit les conditions d'une ontologie formelle ancrée aux sources de l'analyse non standard. Mais rétrospectivement, on peut constater que le seul projet authentiquement non standard exposé aura peut-être été celui de la scénographie réalisée par Philippe Morel (EZCT), où la grille distributive du sol de l'exposition était générée par un système auto-réplacatif susceptible de simuler les modèles mathématiques traditionnels, première utilisation de Mathematica (commercialisé en 1988) pour un projet d'architecture expérimentale (*Algorithmic Design for the Non Standard Architectures exhibition Set*, 2003-2004 ; acquis. F.C. 2005). Mathematica, le logiciel développé par Stephen Wolfram sur la base d'un système dynamique discret, où les automates cellulaires selon des grilles à deux puis trois dimensions ouvraient la voie, d'une part, à des modèles de description de la complexité applicable à une grande variété de phénomènes biologiques et physiques, mais offraient d'autre part des capacités génériques autonomes, où les capacités de simulations bouleversent les rapports matière-forme. Les séries de chaises que créera par la suite Philippe Morel correspondaient parfaitement à cette intelligence distributive des matériaux, des voxels initiant de nouveaux vocabulaires de formes. (EZCT, *Chair Model*, T1-M, 2004 ; acquis. F.C. 2007). « Les questions des grilles et des matrices sont très importantes pour l'implémentation d'un protocole parce que nous utilisons ces matrices pour connecter différents problèmes. Chaque paramètre reçoit sa propre matrice. En utilisant un système hiérarchique précis, nous sommes capables de faire des modifications dans une matrice mais aussi dans toutes les matrices dépendantes ».^[29] La discrétisation radicale qu'impose les *cellular automata* transfigure la description des manifestations physiques et se déploie en un outil de simulation applicable aussi bien en physique, en biologie, que par extension aux systèmes écologiques. L'idée d'une écophysique de l'architecture, d'une architecture conçue selon des « écologies adaptatives »^[30] déborde l'usage

 28. Poursuivant une lecture de l'ouvrage de Gordon Wasserman, *Stability of Unfoldings* (Springer 1974), Jean-Michel Salanskis induit cette fusion entre mathématique et computationnel autorisée par l'analyse non standard et l'utilisation de nombres hyperréels. Voir Jean-Michel Salanskis, *Le constructivisme non standard*, Septentrion, Presses Universitaires, 1999, p. 250.

 29. Philippe Morel, *Entering Computationalism*, EZCT, *Architecture and Design, Essays by Philippe Morel*, à paraître.

 30. Theo Spyropoulos, *Adaptive Ecologies, Correlated System of Living*, London, Architectural Association, 2012.

 31. Frédéric Migayrou, « Mutations incrémentales », in *Biothing* (Alisa Andrasek), Coll. FRAC Centre, Orléans, Editions HXX, 2009.

 32. Achim Menges, « Material Computation, Higher Integration in Morphogenetic Design », *Architectural Design, Material Computation*, n° 216, Wiley, Mars-Avril 2012, p. 20.

canonique des outils logiciels et les hybridations entre Processing (Casey Reas), Rhino, Grasshoper, articulé sur des outils de production de plus en plus flexibles, accentue à l'extrême l'intégration de paramètres qualitatifs de plus en plus diversifiés, architectures réactives qui effacent les limites entre l'organique et l'artificiel : *Vehicle* (*War Veterans*) de Minimaforms (Theo Spyropoulos) (2006-2010 ; acquis. F.C. 2010) ; *NonLin/Lin Pavilion* de Marc Fornes (2010, production F.C.). Avec *Mesonic Fabrics* (2004-2009 ; acquis. F.C. 2009), Alisa Andrasek (BIOTHING) organise l'architecture dans un jeu de spécifications mutuelles, émergence dans laquelle les agents travaillent de concert avec leur environnement, élaborant génération par génération des modèles autorégulateurs.^[31] L'architecture s'impose comme une greffe, un hybride qui accompagne les domaines complexes, loin des idées mécanistes et prothétiques du modernisme (et du post-modernisme). « Selon les approches d'une conception fondée sur le matériau, la computation permet une intégration à de multiples niveaux, de la composition du matériau lui-même au système d'assemblage des éléments jusqu'au comportement des systèmes divers des matériaux constituants, en interaction avec le champ des diverses influences extérieures »^[32] (Achim Menges, *HygroSkin Meteorosensitive Pavilion*, 2012-2013 ; production F.C.). Comprendre et assimiler la complexité et l'hétérogénéité des domaines de procédures ouverts par la généralisation des outils computationnels impose de penser le digital en propre, et intime de cerner les conditions ontologiques d'une discrétisation qui semble se fondre à la complexité du réel.